Comisión Nacional de Riego

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
"CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO EMBALSE LONGAVÍ, REGIÓN DEL MAULE"

INFORME FINAL

TOMO IX
"Diseño de las Obras y Valoración Económica"

SANTIAGO, MARZO DE 2015

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO EMBALSE LONGAVÍ, REGIÓN DEL MAULE"

INFORME FINAL

TOMO IX

"Diseño de las Obras y Valoración Económica"

Estudio Elaborado por:

TECNICA Y PROYECTOS S.A. - AGENCIA EN CHILE
Dirección: Av. Don Carlos 2939 Oficina 904, LAS CONDES - SANTIAGO
Fono: +56 02 23352289
www.grupotypsa.cl

SANTIAGO, MARZO DE 2015

ÍNDICE DE TOMOS

TOMO I: ESTUDIOS PRELIMINARES

1. ASPECTOS GENERALES
2. REVISIÓN GENERAL DE ANTECEDENTES
3. PRIMERAS VISITAS SOBRE EL TERRENO
4. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR
5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS
6. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE CARACTERÍSTICAS DE LAS ALTERNATIVAS
7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

ANEXOS

TOMO II ESTUDIO AGROECONÓMICO

1. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL ÁREA DE LOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS
2. CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS PRODUCTIVOS BÁSICOS
3. INFRAESTRUCTURAS DE RIEGO
4. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL AGROPECUARIA
5. SITUACIÓN SIN PROYECTO
6. SITUACIÓN CON PROYECTO
7. BENEFICIOS AGRÍCOLAS NETOS DEL PROYECTO

ANEXOS

TOMO III ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

1. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
2. ESTUDIO DE REGULACIÓN

ANEXOS

TOMO IV - GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

1. ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS
2. SISMICIDAD

ANEXOS

TOMO V - ESTUDIO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN
2. DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO

3. LÍNEA BASE
4. ANÁLISIS DE LALEGISLACIÓN AMBIENTAL Y PLAN DE CUMPLIMIENTO
5. ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA
6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
7. PLAN DE MANEJO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL
8. ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL
9. CONCLUSIONES
10. PROPOSICIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES EN PRÓXIMAS ETAPAS
11. COSTOS AMBIENTALES ESTUDIO PREFACTIBILIDAD
12. RESUMEN EJECUTIVO

ANEXOS

TOMO VI - PARTICIPACIÓN CIUDADANA

1. CONCEPTOS Y CRITERIOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA
2. CARACTERÍSTICAS POLITICO-ADMINISTRATIVAS
3. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS
4. CARACTERÍSTICAS SOCIALES
5. CARACTERÍSTICAS EDUCACIONALES
6. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS
7. ORGANIZACIONES
8. CARACTERÍSTICAS TURÍSTICAS
9. REUNIONES DE TRABAJO REALIZADAS
10. ENTREVISTAS A ACTORES CLAVES
11. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO (18.07.13)
12. PRIMER CICLO DE REUNIONES DE PAC (23.10.13)
13. 2DO CICLO DE REUNIONES DE PAC (17 Y 18.07.14)

14 3ER CICLO DE REUNIONES DE PAC (11 Y 12.12.14)

15. COMPOENENTE GÉNERO EN EL ESTUDIO

ANEXOS

TOMO VII - TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

1. INTRODUCIÓN
2. POLIGONAL Y RED BÁSICA
3. CARTOGRAFÍA

ANEXOS

TOMO VIII - DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO NORMATIVO LEGAL
2. DERECHOS ZONA DE RIEGO
3. DERECHOS ZONA DE EMBALSES
4. DIAGNÓSTICO LEGAL

ANEXOS

TOMO IX - DISEÑO DE LAS OBRAS Y VALORACIÓN ECONÓMICA

1. INTRODUCCIÓN Y DATOS DE PARTIDA
2. TIPOLOGÍA DE PRESA Y OBRAS ANEXAS
3. EVACUADOR DE CRECIDAS
4. ALTURA DE PRESA
5. OBRAS DE DESVÍO DEL RÍO Y DESAGUES DEL EMBALSE
6. OBRAS COMPLEMENTARIAS
7. ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDROELÉTRICO
8. ANÁLISIS DE COSTOS
9. EVALUACIÓN DE LOS EMBALSES COMO CONTROL DE CRECIDAS
10 ESTUDIO DE TENENCIA DE LA TIERRA
11. EVALUACIÓN ECONÓMICA
12. CONCLUSIONES

ANEXOS

TOMO X - PLANOS

HOJAS TOPOGRÁFICAS

ESTUDIO AGROECONÓMICO

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

INGENIERÍA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO EMBALSE LONGAVÍ", REGIÓN DEL MAULE

TOMO IX – DISEÑO DE LAS OBRAS Y VALORACIÓN ECONÓMICA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y DATOS DE PARTIDA 1-1
2. TIPOLOGÍA DE PRESAS Y OBRAS ANEXAS 2-1
2.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 2-1
2.2. ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA ESTABILIDAD DE LAS PRESAS 2-7
3. EVACUADOR DE CRECIDAS 3-1
3.1. CRITERIOS ADOPTADOS 3-1
3.2. VERTEDERO 3-2
3.3. CANAL COLECTOR Y RÁPIDA DE DESCARGA 3-5
3.4. OBRA DE RESTITUCIÓN AL CAUCE 3-17
4. ALTURA PRESA 4-1
4.1. REVANCHAS 4-1
4.2. COTA DE CORONACIÓN DE PRESA PROPUESTA 4-6
4.3. OBRA DE PASO SOBRE ALIVIADERO. ALTERNATIVA LOS LAURELES 4-7
5. OBRAS DE DESVÍO DEL RÍO Y DESAGÜES DEL EMBALSE 5-1
5.1. OBRAS DE DESVÍO DEL RÍO 5-1
5.2. OBRAS DE CAPTACIÓN, ENTREGA Y DESAGÜE 5-6
6. OBRAS COMPLEMENTARIAS 6-1
6.1. VARIANTES DE INTERFERENCIA 6-1
6.2. TENDIDO ELÉCTRICO 6-2
6.3. CANALES DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO 6-3
6.4. SISTEMA REMOTO DE AFORO DE CAUDALES HI-TV 6-21
7. ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDROELÉTRICO 7-1
7.1. INTRODUCCIÓN 7-1
7.2. FASES DEL ESTUDIO 7-1
8. ANALISIS DE COSTOS 8-1
8.1. DESCRIPCIÓN 8-1
8.2. OBRAS Y PARTIDAS A CONSIDERAR. 8-1
8.3. RECURSOS 8-4
8.4. PRECIOS UNITARIOS 8-5
8.5. RESUMEN DE COSTOS PRIVADOS 8-7
8.6. RESUMEN DE COSTOS SOCIALES 8-10

8.7. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DEL PROYECTO 8-13
9. EVALUACIÓN DE LOS EMBALSES COMO CONTROL DE CRECIDAS. 9-1
9.1. ASPECTOS GENERALES. 9-1
9.2. ANÁLISIS DE PERTINENCIA 9-1
9.3. VULNERABILIDAD DE LA ZONA 9-7
9.4. CONCLUSIONES 9-7
10 ESTUDIO DE TENENCIA DE LA TIERRA 10-1
10.1 ANTECEDENTES 10-1
10.2 INFORMACIÓN DISPONIBLE EN EL SII Y EL CBR 10-1
10.3 SOLUCIÓN LOS LAURELES. 10-7
10.4 SOLUCIÓN CUESTA LARA 10-10
10.5 SOLUCIÓN EL MAÑÍO 10-11
10.6 AREAS SEGÚN CLASES DE USO DE SUELOS 10-12
10.7 VALORACIÓN DE PREDIOS A EXPROPIAR 10-12
10.8 INTERFERENCIAS. 10-13
11. EVALUACIÓN ECONÓMICA 11-1
11.1. INTRODUCCIÓN 11-1
11.2. INDICADORES DE RENTABILIDAD 11-1
11.3. CONCLUSIONES DE EVALAUCACIÓN 11-2
11.4. MÉTODOS DE EVALAUCACIÓN 11-2
11.5. COSTOS 11-3
11.6. BENEFICIOS 11-8
11.7. RESULTADOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA 11-20
11.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 11-25
11.9. ANÁLISIS DE RIESGO 11-27
11.10. INDICADORES ADICIONALES 11-35
11.11. EXTERNALIDADES 11-38
11.12. MOMENTO ÓPTIMO DE LA INVERSIÓN 11-39
11.13. ANÁLISIS FINANCIERO 11-39
11.14. RECOMENDACIÓN DEL PROYECTO 11-48
12. CONCLUSIONES 12-1
12.2. DESCRIPCIÓN 12-1
12.3. VALORACIÓN ECONÓMICA 12-4

ANEXOS (EN SOPORTE DIGITAL)

ANEXO ING01	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD
ANEXO ING02	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE ESTRUCTURAS
ANEXO ING03	DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS
ANEXO ING04	GENERACIÓN
ANEXO ING05	PRESUPUESTOS
ANEXO ING06	TENENCIA DE TIERRAS
ANEXO ING07	EVALUACIÓN ECONÓMICA
ANEXO ING08	EVALUACIÓN FINANCIERA
ANEXO ING09	ANÁLISIS DE RIESGOS

1. INTRODUCCIÓN Y DATOS DE PARTIDA

Los resultados del estudio hidrológico relativos a los recursos hídricos y a las crecidas para diferentes periodos de retorno, son los datos para el estudio de regulación, que determinó los volúmenes de regulación necesarios para satisfacer las demandas en cada escenario agronómico planteado. Con estos datos de partida, se realiza el dimensionamiento de cada solución de embalse:

- **Escenarios**: En la Tabla 1-1 se muestran los resultados del modelo de simulación, para los diferentes escenarios agronómicos detallados en el estudio agroeconómico y en el estudio de regulación.
  - Esc. 1: 85% de seguridad para superficie de riego actual (30.126 ha), con riego optimizado.
  - Esc. 2: 85% de seguridad para superficie de riego aumentada (36.237 ha), con riego optimizado.
  - Esc. 3: 85% de seguridad para superficie máxima de riego (41.614 ha), con riego optimizado.
  - Escenarios 1, 2 y 3, con la hipótesis de que los derechos del Sistema Digua fueran de carácter permanente en vez de eventuales, alcanzando el 85% de seguridad de riego en las mismas superficies respectivas de cada escenario, mas una superficie adicional de 10.670 ha, correspondiente al Sistema Digua.
  - Esc. 1.a (sólo El Mañío y Cuesta Lara): 85% de seguridad para una superficie de riego de 7.441 ha, que corresponde a la capacidad máximo en El Mañío, sin afectar la zona de La Balsa (44 hm^3).
  - Esc 1.b (sólo en Cuesta Lara): 85% de seguridad para una superficie de riego de 8.134 ha, que corresponde a la capacidad máxima en Cuesta Lara, sin afectar la zona de La Balsa (67 hm^3).

Tabla 1-1. Volumen de regulación (hm^3) para atender las demandas de riego con 85% de seguridad

EL MAÑÍO	42,7	-	131,7	-	-	-	-	-
CUESTA LARA	42,7	65,7	-	-	-	-	-	-
LOS LAURELES	-	-	136,9	211,9	276,9	136,9	215,9	276,9

Fuente: Elaboración propia

- **Volumen de embalse muerto:** El volumen de embalse muerto fue deducido de los estudios sedimentológicos y de los volúmenes de embalse. Aunque el volumen muerto para cada alternativa de embalse es distinta, las diferencias entre diferentes tamaños del mismo emplazamiento resultaron mínimas, y se adoptaron los valores mayores para todos los escenarios.

Tabla 1-2. Volumen muerto y cota

EL MAÑÍO	1,29	660,72
CUESTA LARA	1,29	640,83
LOS LAURELES	2,06	517,19

Fuente: Elaboración propia

- **Volumen de embalse total**: Con todo ello se establece que el volumen de embalse total para cada una de las alternativas y sus correspondientes escenarios son los siguientes ($V_{total}=V_{regulación} + V_{muerto}$):

Tabla 1-3. Volumen de embalse total (hm^3)

EL MAÑÍO	44	-	133	-	-	-	-	-
CUESTA LARA	44	67	-	-	-	-	-	-
LOS LAURELES	-	-	139	214	279	139	218	279

Fuente: Elaboración propia

A continuación se adjunta, para cada alternativa de emplaza amiento estudiada, la curva de embalse utilizada en el estudio hidrológico.

- **EL MAÑÍO**

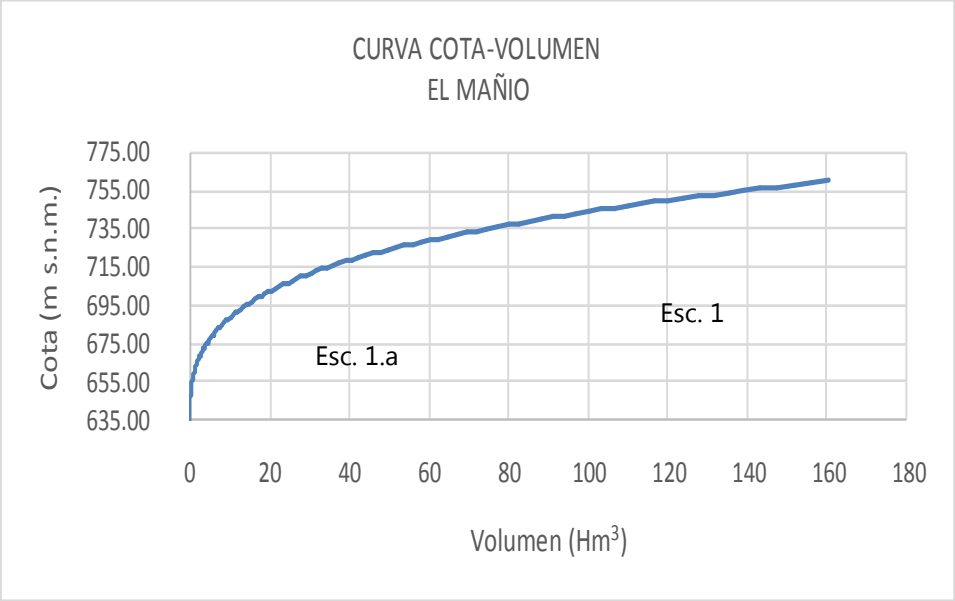


Figura 1-1 Curva de embalse. Alternativa El Mañío - Fuente: Elaboración propia

Tabla 1-4. Curva de embalse El Mañío. Fuente: Elaboración propia

635	0	21,22	0,00	0,00	
640	5	55,16	1,17	0,03	
645	10	67,16	2,59	0,12	
650	15	78,60	5,74	0,33	
655	20	114,72	8,07	0,68	
660	25	162,63	12,31	1,19	
665	30	187,59	16,40	1,90	
670	35	211,25	23,78	2,91	
675	40	230,03	30,66	4,27	
680	45	248,41	38,44	6,00	
685	50	268,11	49,23	8,19	
690	55	305,03	59,14	10,90	
695	60	333,84	70,98	14,15	
700	65	358,89	83,55	18,02	
705	70	372,92	100,11	22,61	
710	75	386,88	117,77	28,05	
715	80	400,33	138,91	34,47	
720	85	413,48	173,54	42,28	**Esc 1.1.a**
725	90	434,47	201,84	51,67	
730	95	462,73	230,41	62,47	
735	100	496,31	255,81	74,63	
740	105	525,24	284,20	88,13	
745	110	546,78	318,13	103,19	
750	115	569,82	356,21	120,05	**Esc 1.1**
755	120	599,78	399,30	138,93	
760	125	620,53	447,33	160,10	

- **CUESTA LARA**

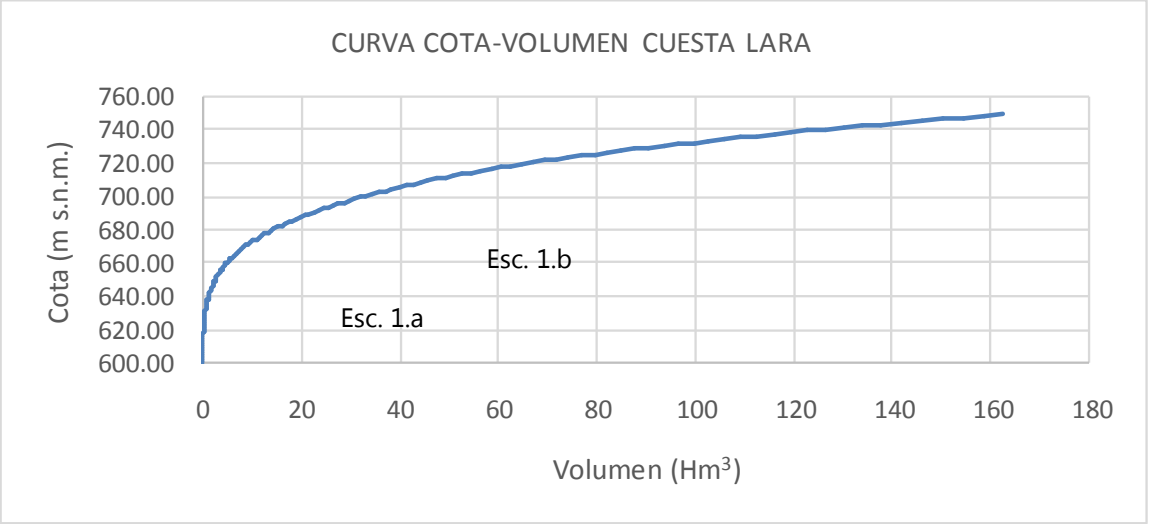


Figura 1-2. Curva de embalse. Alternativa Cuesta Lara. Fuente: Elaboración propia

Tabla 1-5 Curva de embalse. Alternativa Cuesta Lara. Fuente: Elaboración propia

600	0	10,98	0	0	
605	5	18,04	0,36	0,01	
610	10	25,24	0,95	0,04	
615	15	31,17	1,36	0,1	
620	20	37,33	1,96	0,18	
625	25	42,06	3,17	0,31	
630	30	46,94	4,44	0,5	
635	35	62,37	6,9	0,78	
640	40	78,54	9,63	1,2	
645	45	89,75	12,69	1,76	
650	50	100,54	17,45	2,51	
655	55	114,85	21,88	3,49	
660	60	128,63	28,9	4,76	
665	65	155,29	35,49	6,37	
670	70	237,77	45,7	8,4	
675	75	265,18	54,64	10,91	
680	80	293,45	64,47	13,89	
685	85	309,65	77,36	17,43	
690	90	325,73	89,44	21,6	
695	95	342,53	103,66	26,43	**Esc 1.1.a**
700	100	359,65	118,56	31,99	
705	105	375,89	137,79	38,4	
710	110	391,28	158,6	45,81	**Esc 1.1.b**
715	115	408,27	185,39	54,4	
720	120	424,41	225,21	64,67	
725	125	441,45	257,38	76,73	
730	130	458,23	290,14	90,42	
735	135	473,97	321,39	105,71	
740	140	489,55	356,83	122,67	
745	145	504,37	397,95	141,54	
750	150	519,49	440,91	162,51	

- **LOS LAURELES**

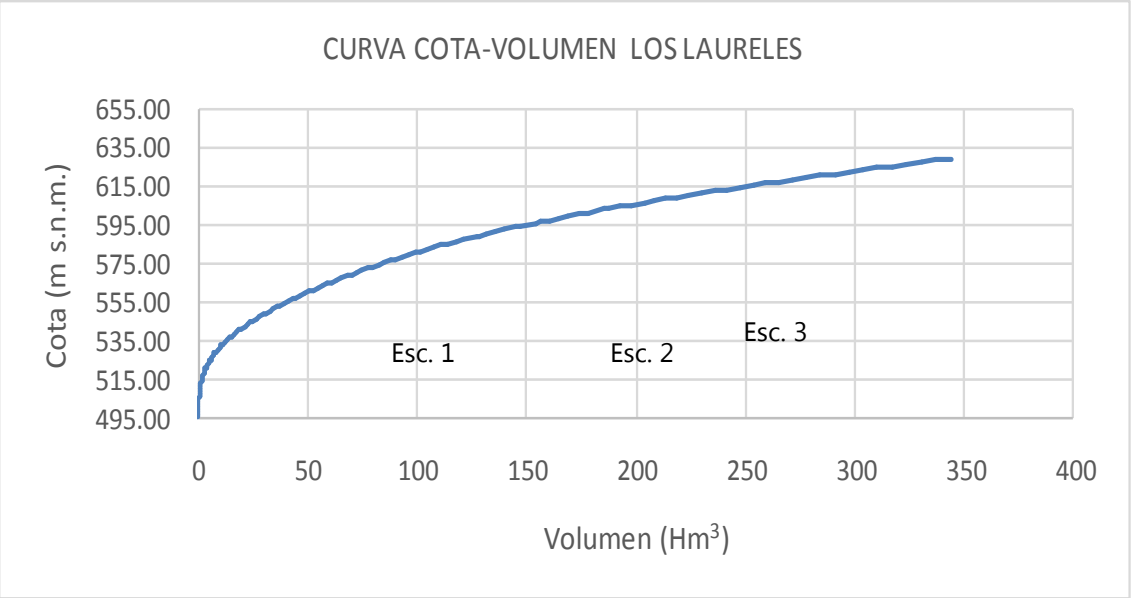


Figura 1-3 Curva de embalse. Alternativa Los Laureles. Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.1-6. Curva de embalse. Alternativa Los Laureles. Fuente: Elaboración propia

495	0	21,63	0,00	0,00	
500	5	25,63	1,87	0,05	
505	10	28,29	4,99	0,22	
510	15	73,64	11,88	0,64	
515	20	194,37	20,41	1,45	
520	25	210,14	35,43	2,84	
525	30	264,18	52,84	5,05	
530	35	324,31	70,30	8,13	
535	40	351,77	92,58	12,20	
540	45	371,39	113,44	17,35	
545	50	384,94	137,33	23,62	
550	55	429,52	156,42	30,96	
555	60	456,95	176,73	39,29	
560	65	474,74	195,15	48,59	
565	70	492,17	213,80	58,81	
570	75	508,79	235,82	70,05	
575	80	526,14	256,34	82,36	
580	85	543,36	282,17	95,82	
585	90	561,18	321,80	110,92	**Esc 1.1/2.1**
590	95	593,47	366,44	128,13	
595	100	965,67	405,01	147,41	
600	105	1.091,12	448,21	168,74	
605	110	1.142,57	495,27	192,33	**Esc 1.2/2.2**
610	115	1.206,13	551,94	218,51	
615	120	1.269,89	594,83	247,18	
620	125	1.339,55	631,33	277,83	**Esc 1.3/2.3**
625	130	1.383,69	667,47	310,30	
630	135	1.383,69	667,47	343,68	

2. TIPOLOGÍA DE PRESAS Y OBRAS ANEXAS

2.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

2.1.1. Los Laureles

La presa de los Laureles se ubica en una cerrada que por condicionantes topográficos admite una altura máxima de unos 130 m sobre cauce, correspondiendo una coronación de unos 1.450 m de longitud.

En el entorno del cauce y la margen derecha, de fuerte pendiente, se observan afloramientos rocosos; sin embargo en la margen izquierda se localizan extensas zonas aterrazadas, que corresponden a depósitos de terraza fluvial de unos 300 - 400 m de anchura en la zona más cercana al cauce, y a depósitos de avalancha volcánica que se extienden más de 800 m hasta el estribo izquierdo, en el resto de esta margen.

Del estudio de materiales realizado, se concluye que se dispone de material suficiente para la formación de espaldones para presa de enrocado. Sin embargo, las investigaciones llevadas a cabo muestran que no existe suficiente volumen para las necesidades de un núcleo impermeable de presa de materiales locales. En efecto, a distancias razonables, únicamente se han encontrado materiales para núcleo impermeable en el yacimiento que hemos denominado "Las Guardias", en el sector Loma de Vásquez. Se ha caracterizado una zona de 36 ha, de la cual se estima que podrían explotarse como máximo unas 25 hectáreas con un espesor útil de 3 a 4 m. Por tanto, como máximo podría esperarse un volumen de unos 800.000 m^3, o hasta 1.000.000 m^3 siendo optimistas respecto a su homogeneidad, lo que resulta claramente insuficiente.

Como las condiciones de fundación de la margen derecha, de la zona central del cauce y de los primeros 300 m de la margen izquierda bajo la terraza fluvial, parecen permitir la fundación de una presa de hormigón, se podría plantear una solución de una presa mixta, de hormigón en el estribo derecho y zona central del cauce, donde se ubicarían el aliviadero y los órganos de desagüe, y de materiales locales en el cierre contra el estribo izquierdo, cimentado sobre la avalancha volcánica. No obstante, este tipo de solución es un diseño relativamente complejo, y la información geotécnica necesaria para asegurar su viabilidad es más detallada de la que se puede disponer en fase de Prefactibilidad. Se necesitaría una investigación geotécnica mucho más completa y detallada de ambos estribos, así como un estudio localizado de la zona de transición entre las dos tipologías de presa, para garantizar su adecuado funcionamiento.

Por todo lo expuesto, y en base a recomendaciones y características geotécnicas de la zona del emplazamiento de Los Laureles, se ha definido una solución de presa de materiales locales con pantalla de hormigón, tipo CFRD. En la Figura 2.1-1 se muestra la sección tipo propuesta para esta solución en Los Laureles. En los Planos del Estudio se recoge los diseños correspondientes.

La impermeabilización se obtiene mediante una pantalla de hormigón sobre el talud aguas arriba, de espesor variable con la altura (e= 0,30+0,002*H) y con juntas verticales dispuestas cada 15 m.

Tabla 2.1-1. Espesores de pantalla en la presa Los Laureles

602,50	98	0,50
619,50	114	0,55
630,50	125	0,55

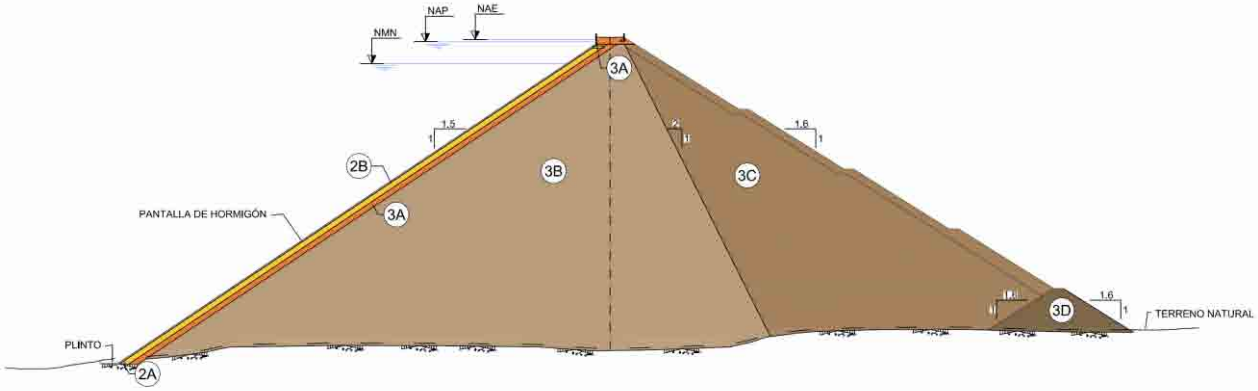


Figura 2.1-1. Sección tipo propuesta para la presa de Los Laureles
Fuente: Elaboración propia

El cuerpo de presa se divide en dos grades zonas. La zona de aguas arriba (3B) estaría compuesta por una escollera más seleccionada y roca de mejor calidad (tamaño máximo de 1.000 mm) para reducir los posibles asientos postconstructivos. En la zona de aguas abajo (3C) se disponen escolleras o gravas procedentes de los materiales disponibles en las inmediaciones de la cerrada (tamaño máximo de 1.500 a 2.000 mm). Teniendo en cuenta el material disponible, y la posibilidad de utilizar gravas procedentes de los yacimientos cercanos para la formación de espaldones, se adoptan unos taludes del lado de la seguridad, de 1,5H:1V en el espaldón aguas arriba y 1,6H:1V en el espaldón aguas abajo, donde se disponen bermas de 4 m de ancho cada 30 m.

La pantalla se apoyaría sobre una capa de material seleccionado con tamaño máximo de 80 mm y ancho de 4 m medido en horizontal. Entre la capa de apoyo de la pantalla y la zona 3B se coloca una capa de material de transición (3A). Se trata prácticamente del mismo material que la zona 3B pero más seleccionado y de tamaño menor (400 mm como máximo), compactado en tongadas de poco espesor. A lo largo de la junta perimetral entre el plinto y la pantalla se coloca un material de filtro (capa 2A) de 3 m de espesor, de tal forma que sirva de defensa ante una posible rotura de la junta. Este material debe tener la granulometría adecuada para cumplir las funciones de filtro.

En el talud aguas abajo se han dispuesto bermas de 4 m de anchura y se completa con la colocación de una escollera de protección formada por los fragmentos de mayor tamaño y mejor colocada de la zona 3C. En la parte inferior del espaldón aguas abajo, se dispone un repié de enrocado con tamaño mayor de 30 cm y muy bien colocada, con la finalidad de colaborar en la estabilidad. La pantalla de hormigón apoyará sobre un plinto definido mediante una losa de hormigón de 40 cm de espesor cuya longitud dependerá de la altura de la presa (mínimo de 3 m). Dicha losa se anclará al terreno de fundación mediante una serie de anclajes y se asegurará el contacto mediante inyecciones de consolidación de 5 m de profundidad.

Tabla 2.1-2. Longitud losa en plinto - Los Laureles

ELES		
...)	H (m)	L (m)
602,50	98	5,0
619,50	114	6,0
630,50	125	6,5

El anclaje será con barras separadas 1 m entre sí, ancladas en la roca la profundidad suficiente con una longitud de zona de anclaje de al menos 4 m, para resistir la subpresión bajo la carga que supone el embalse, y para que el propio plinto sirva de tapón de las inyecciones de impermeabilización. El apoyo del plinto se realiza en roca en la margen derecha y en los primeros 400 m de la margen izquierda medidos desde el cauce, disponiéndose un plinto plano clásico en presas de materiales locales con pantalla de hormigón. Para ello, se excavan del orden de unos 3 m de la roca más alterada y descomprimida en margen derecha, y en la margen izquierda, se retiran del orden de 10 a 15 m del material de terraza aluvial y coluvial hasta llegar a la roca sana.

En la margen izquierda se cimenta sobre el material de avalancha volcánica, cuya resistencia se estima suficiente para admitir la fundación del plinto, retirando 3-5 m de los materiales más superficiales. En esta zona se dispone un plinto articulado, para poder absorber las posibles deformaciones diferenciales, de tal forma que las diferencias de movimientos entre el pie de la pantalla y el plinto se reparten entre las diversas juntas. Aguas arriba se ejecutará una pared moldeada hasta el apoyo en roca o hasta 30 m de profundidad como máximo, dado que la carga hidráulica en esta parte es del orden de 20 – 30 m.

En la margen derecha, el cauce y los primeros 400 m de la margen izquierda medidos desde el cauce, la impermeabilización de la presa se completa con una pantalla de inyecciones ejecutada desde el plinto. Se plantea una primera fase de inyecciones, con separación de 6 m entre taladros hasta una profundidad de 50-60 m, que se completa con una segunda fase de taladros intermedios hasta unas profundidades de 20-25 m.

El ancho de coronación es de 12 m, y para conseguir una superficie de trabajo de unos 20 m para la ejecución de la pantalla de hormigón se construye un parapeto de 5 m de alto. De esta forma también se ahorra en material de cuerpo de presa.

2.1.2. El Mañío

La presa de El Mañío se sitúa unos 1,5 km aguas arriba de la confluencia del río Blanco con el río Longaví. La roca aflora en el entorno del cauce y en algunos escarpes intermedios entre terrazas de la margen izquierda, con recubrimientos aluviales y de avalancha volcánica. Sin embargo, en la margen derecha se presenta un espesor importante de recubrimientos de depósitos de avalancha.

De acuerdo con el estudio de materiales realizado, las únicas tipologías de presa posibles son todas de materiales locales, bien sea con núcleo impermeable, o bien sea con pantalla de hormigón (CFRD o CFGD). Se descarta la tipología de presa con material "todo uno" procedente de la avalancha volcánica, para la altura de presa que se considera. Entre las dos tipologías posibles, la de pantalla de hormigón (CFRD o CFGD) tiene el inconveniente de la mayor excavación que se requiere para asegurar el sellado en el plinto. Para ello, en este emplazamiento sería necesario eliminar el terreno más alterado y descomprimido, que en la margen izquierda requeriría excavar de manera generalizada más de 15 m de profundidad para remover la avalancha volcánica, terrazas, e incluso substrato rocoso alterado. Por ello, resulta claramente ventajosa la presa de materiales locales con núcleo impermeable.

Tras la investigación de materiales que se ha llevado a cabo en la zona de estudio, que ha identificado un yacimiento de limos arenosos que podrían ser utilizados como material impermeable, sólo si se considera la tipología de una presa de materiales locales con núcleo impermeable. No obstante, debe comprobarse que el volumen útil disponible en dicho yacimiento (estimado en unos 800.000-1.000.000 m^3) sea suficiente para las necesidades de la presa. El apoyo del núcleo en la margen derecha se realizará sobre la avalancha volcánica, retirando del orden de unos 3 m superficiales. Para el apoyo del núcleo en la margen izquierda se retirarán los materiales de recubrimiento de avalancha volcánica y terrazas, regularizándose la superficie de apoyo. Los

espaldones apoyarán sobre el terreno natural retirando 1 m de capa superficial. En la siguiente figura se presenta la sección tipo propuesta:

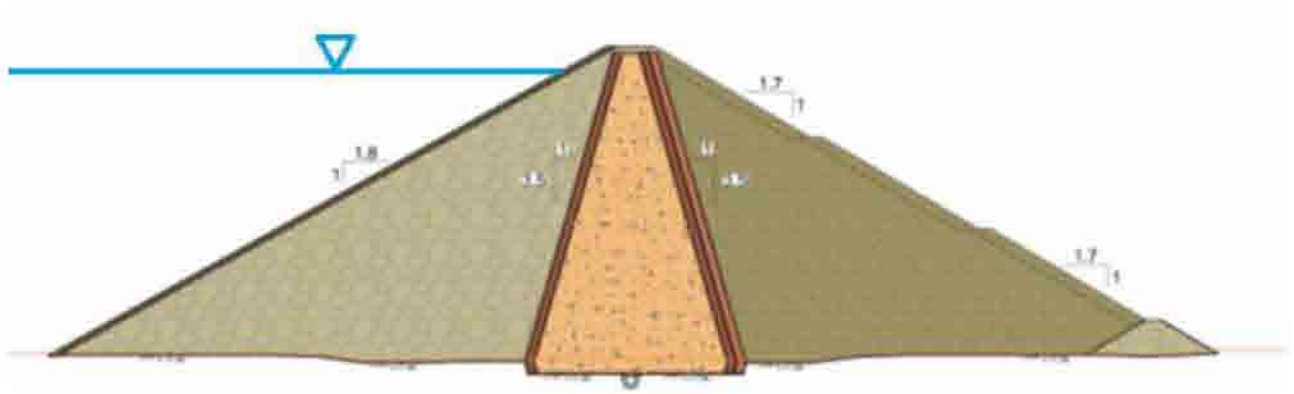


Figura 2.1-2. Sección tipo propuesta para la presa de El Mañío

Fuente: Elaboración propia

El talud aguas arriba tiene una inclinación 1,8H:1V y el talud aguas abajo 1,7H:1V. Se han dispuesto bermas cada 30 m en el talud aguas abajo, con un ancho de 4 m. El talud se completa con un repié drenante.

El material utilizado para los espaldones se obtendrá de las zonas de préstamo identificadas en las cercanías del embalse y de los afloramientos graníticos de las canteras situadas en las inmediaciones de la obra. Se realizarán con materiales de relativa homogeneidad, resistencia y estabilidad de sus propiedades en el tiempo. El espaldón aguas arriba tendrá elevada capacidad drenante para garantizar la estabilidad del talud en caso de desembalse rápido. Para la construcción del paramento aguas abajo se seleccionarán los tamaños mayores y se colocarán de forma adecuada. En el paramento aguas arriba se coloca una capa de Rip-Rap de 3 m de espesor, formado por los tamaños más gruesos de escollera, de tal forma que sirva de protección frente a las acciones del oleaje.

Teniendo en cuenta la sismicidad de la zona se dispone un ancho de coronación de 15 m, según la siguiente expresión recomendada:

$$C = 1{,}5\ (3 + 1{,}5\sqrt[3]{H - 15}\ )$$ (Fuente ICOLD)

Donde:

C: ancho de coronación recomendada (m)
H: altura de presa (m) (se ha considerado unos 100 m de altura de presa)

El material para el núcleo son unos limos arenosos con índice de plasticidad alto, disponiendo un núcleo central con ancho inferior mayor que ½ de la altura de presa y ancho en coronación de 5 m. El material encontrado tiene cierta presencia de gravas, que favorecerá la compactación y producirá menores asientos; no obstante durante su ejecución, estos materiales deben ser retirados antes de la compactación en las zonas de contacto del núcleo con el cimiento, las laderas o las estructuras de hormigón, donde se deberá utilizar un material con granulometría más fina. La investigación sobre estos materiales deberá ser completada en fase de Factibilidad, para asegurar que existe suficiente volumen con características de baja permeabilidad, facilidad de compactación, no colapsable, inexistencia de materia orgánica o soluble y resistencia y humedad natural cercana al óptimo de compactación.

Aguas arriba y aguas abajo del núcleo se disponen unas capas de filtro de 3 m de acho, que se obtendrá de machaqueo del material disponible en las inmediaciones de la cerrada, hasta conseguir la granulometría

necesaria según las características del núcleo dispuesto. Se ha considerado un ancho de filtro relativamente amplio, que resulta más tolerante con las características exigidas. A continuación del filtro ubicado aguas abajo se dispone una capa de 3 m de ancho que se alarga hasta el pie de la presa.

En el contacto del núcleo con la fundación se dispone una galería de 2,5 m de ancho y 3 m de alto desde donde se realizan los tratamientos de la fundación. Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos realizados, se propone una pantalla de impermeabilización formada por taladros de 63 mm de diámetro, inclinados 15º hacia aguas arriba, separados cada 3 m. En la margen derecha, se estima una profundidad de inyección entre 20 y 50 m en la avalancha volcánica, y en la margen izquierda se propone inyectar hasta 45 m de profundidad respecto a la cota de terreno natural. La admisión de cemento estimada es de 50 kg/m. Aguas abajo de la pantalla de impermeabilización se sitúa la pantalla de drenaje para el control de las subpresiones. Los taladros serían verticales, con un diámetro de 76 mm y hasta una profundidad de 2/3 de la pantalla de impermeabilización.

2.1.3. Cuesta Lara

La presa de Cuesta Lara se sitúa unos 200 m aguas arriba de la confluencia del río Blanco con el río Longaví, en donde el cauce del río discurre encañonado entre afloramientos de roca granítica. La margen derecha, de taludes más pendientes, presenta afloramientos superficiales bastante continuos de substrato rocoso granítico. La margen izquierda es más tendida, y presenta una terraza en su zona media, sobre los afloramientos rocosos del cauce.

Las características topográficas y geotécnicas recomiendan plantear una presa de hormigón vibrado convencional, de forma que los elementos de desagüe queden integrados dentro del cuerpo de presa. Para que la presa quede fundada en roca competente, en la margen derecha se excavará la parte superficial del macizo rocoso, más alterado y descomprimido, hasta una profundidad de unos 10 m. En la margen izquierda es necesario retirar el relleno aterrazado constituido por materiales de avalancha y terraza aluvial de unos 20 m de espesor. Por encima de la cota 680 se excavará del orden de 12-15 m del tramo superficial de roca más alterado.

El paramento aguas abajo tiene un talud 0,8H:1V, situándose el vértice teórico del triángulo resistente a la cota de coronación, que tiene un ancho de 8 m. El paramento aguas arriba se divide en dos tramos, uno vertical desde la coronación hasta la cota 665, y desde esta cota hasta la fundación un tacón con talud 1H:4V, que se diseña en contrapendiente, con una inclinación del 5%.

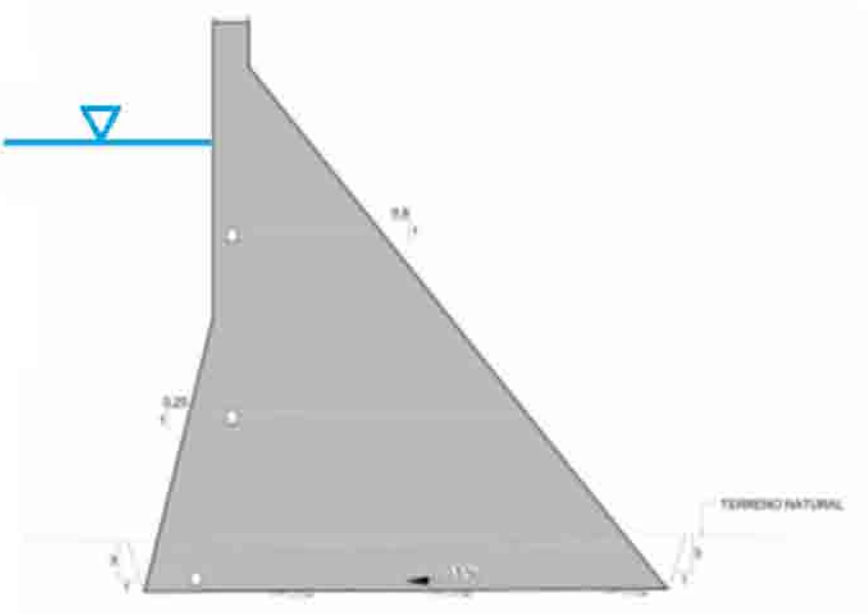


Figura 2.1-3. Sección tipo propuesta para la presa de Cuesta Lara
Fuente: Elaboración propia

Se dispone una galería perimetral de 2,5 m ancho y 3 m de alto, que discurre de margen a margen de la presa. La altura de la solera de la galería respecto de la cota de fundación es de unos 1,5 m y está situada a unos 10 m del paramento aguas arriba. Para el acceso a la cámara de válvulas se proyecta una galería de 2,5 m de ancho y 3 m de alto. Entre esta galería y la coronación se dispone de otra galería de las mismas dimensiones para realizar labores de inspección e instalar la instrumentación de auscultación.

El tratamiento propuesto para la fundación consiste en inyecciones de consolidación e impermeabilización y pantalla de drenaje. El tratamiento de consolidación tiene la finalidad de cerrar las fisuras creadas en la excavación y las propias del terreno. Con dicho tratamiento se mejoran las características geomecánicas del terreno de fundación de la presa, disminuyendo la deformabilidad y homogeneizando ésta en toda el área de apoyo. Las inyecciones de consolidación se realizarán desde la superficie de fundación, después de la colocación de una capa de hormigón de 1 m de espesor, con taladros verticales de 63 mm de diámetro y una profundidad de 5 m. Estos taladros se realizarán formando una malla de 4x4 m^2 y se considera una admisión de lechada de 50 kg/m. Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos realizados, se propone una pantalla de impermeabilización mediante taladros de 63 mm de diámetro y un inclinación de 15º hacia aguas arriba, hasta una profundidad de unos 50 m. La separación entre taladros es de 3 m y la admisión de cemento de 50 kg/m. Aguas abajo de la pantalla de impermeabilización se sitúa la pantalla de drenaje para el control de las subpresiones. Los taladros son verticales, con un diámetro de 76 mm, hasta una profundidad de 2/3 de la pantalla de impermeabilización.

El evacuador de crecidas se sitúa en el cuerpo de presa, con una longitud de 60 m, divido en tres vanos por medio de dos pilas de 1,5 m de ancho, sobre las que apoya el paso sobre el aliviadero. La cota del labio se sitúa en el NMN, el canal de descarga se ajusta al talud aguas abajo de la presa, de valor 0,8H:1V, hasta el trampolín de lanzamiento, con una altura de muros de 3 m. El trampolín incorpora un leve giro para garantizar que el lanzamiento se realiza sobre el cauce, donde aflora la roca granítica de calidad. En el trampolín se disponen unos dientes a la salida, con distinta inclinación, para producir una mayor dispersión de la lámina y aumentar la

disipación de energía. En el interior de la presa se dispone de dos conductos que hacen las funciones de desagüe de fondo y toma.

2.2. ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA ESTABILIDAD DE LAS PRESAS

Se realizaron los cálculos de comprobación de estabilidad que validan las soluciones de presa propuestas en el río Longaví (Los Laureles, El Mañío y Cuesta Lara), logrando coeficientes de seguridad que cumplen las exigencias para este tipo de obras, y comprobando la estabilidad dinámica con las recomendaciones del análisis sísmico desarrollado en este Estudio, considerando análisis bidimensionales tanto para el caso estático como dinámico. Para las presas de materiales locales (enrocado con pantalla impermeable en Los Laureles y de núcleo impermeable en El Mañío), se incluye un análisis de estabilidad mediante la metodología de equilibrio límite, comprobando en estos casos la concurrencia de sobrecarga por efecto sísmico. En presas con núcleo impermeable se ha evaluado adicionalmente la estabilidad del espaldón aguas arriba para el caso de desembalse rápido.

2.2.1. Los Laureles

Las principales características geométricas de la presa se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.2-1. Principales características de la presa Los Laureles

130 m	Enrocado con pantalla	1V:1,5H	1V:1,6H	Bermas en talud de aguas abajo de 4 m de anchura cada 25 m.

Al tratarse de una presa de materiales locales, para la realización de los cálculos de estabilidad mediante modelos de equilibrio límite, se han tomado los parámetros justificados en los estudios geológicos y geotécnicos realizados en el presente Estudio, que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.2-2. Resumen de parámetros

Densidad saturada	20 kN/m^3	20 kN/m^3	22 kN/m^3
Ángulo fricción interna Φ	45º	40º	35º
Cohesión	0	0	0

Se ha considerado como escollera de peor calidad (40º) a aquella escollera con menor selección de materiales y puesta en obra menos cuidada. Para la escollera de mayor calidad (45º) que se empleará en el espaldón de aguas arriba, así como en el tacón de pie, o si fuese necesario como material de refuerzo en las capas más superficiales del espaldón de aguas abajo, deberá cuidarse la puesta en obra mediante colocación y compactación de la escollera que permita desarrollar a la misma un mayor ángulo de rozamiento interno. Las situaciones de cálculo consideradas son las correspondientes a la de operación con cota de agua en Nivel Máximo Normal (NMN) estudiando el efecto de la sobrecarga sísmica. No es necesario realizar cálculos en hipótesis de desembalse rápido, al confiar la impermeabilidad de la obra a la pantalla de hormigón. Los coeficientes de seguridad mínimos a considerar en los cálculos han sido los siguientes:

Tabla 2.2-3. Situaciones de cálculo y coeficientes de seguridad mínimos

Construcción / Operación NMN con sismo	1,10
Construcción / Operación NMN	1,50

Para evaluar la estabilidad de los taludes de la presa durante la concurrencia de un evento sísmico, se ha empleado un análisis de equilibrio límite pseudo-estático, que consiste en imponer fuerzas horizontales y verticales al potencial volumen de deslizamiento, que presentan las fuerzas sísmicas inerciales. Estas fuerzas, que son proporcionales a la masa del potencial volumen de deslizamiento, se definen a través de los coeficientes sísmicos. En nuestro caso, la evaluación de los coeficientes sísmicos se ha basado en los estudios efectuados por Saragoni, que establece un valor de Kh (coeficiente sísmico horizontal) en función de la aceleración máxima esperable, según las siguientes formulaciones:

$$K_h = 0{,}3 * \frac{a_{max}}{g}\,;\, a_{max} < 0{,}67g$$

$$K_h = 0{,}22 * \left(\frac{a_{max}}{g}\right)^{\frac{1}{3}};\; a_{max} > 0{,}67g$$

De acuerdo con el estudio sísmico, se determina una aceleración máxima (PGA) de 0,42·g (valor situado en el rango inferior a 0,67·g). Por tanto, para el cálculo pseudo-estático el coeficiente sísmico horizontal es Kh = 0,126.

Para la aplicación del coeficiente sísmico vertical en los cálculos se ha considerado una aceleración vertical del orden de la mitad de la horizontal, esto es, un coeficiente sísmico vertical Kv = 0,063.

Tabla 2.2-4. Coeficientes sísmicos de cálculo

Kh	0,126
Kv	0,063

Los cálculos pseudo-estáticos para la comprobación de la estabilidad se han realizado mediante el programa de equilibrio límite bidimensional Geo-Slope 2007. Se ha empleado el método de cálculo de Morgenstern-Price. En la siguiente figura se muestra el modelo de cálculo empleado:

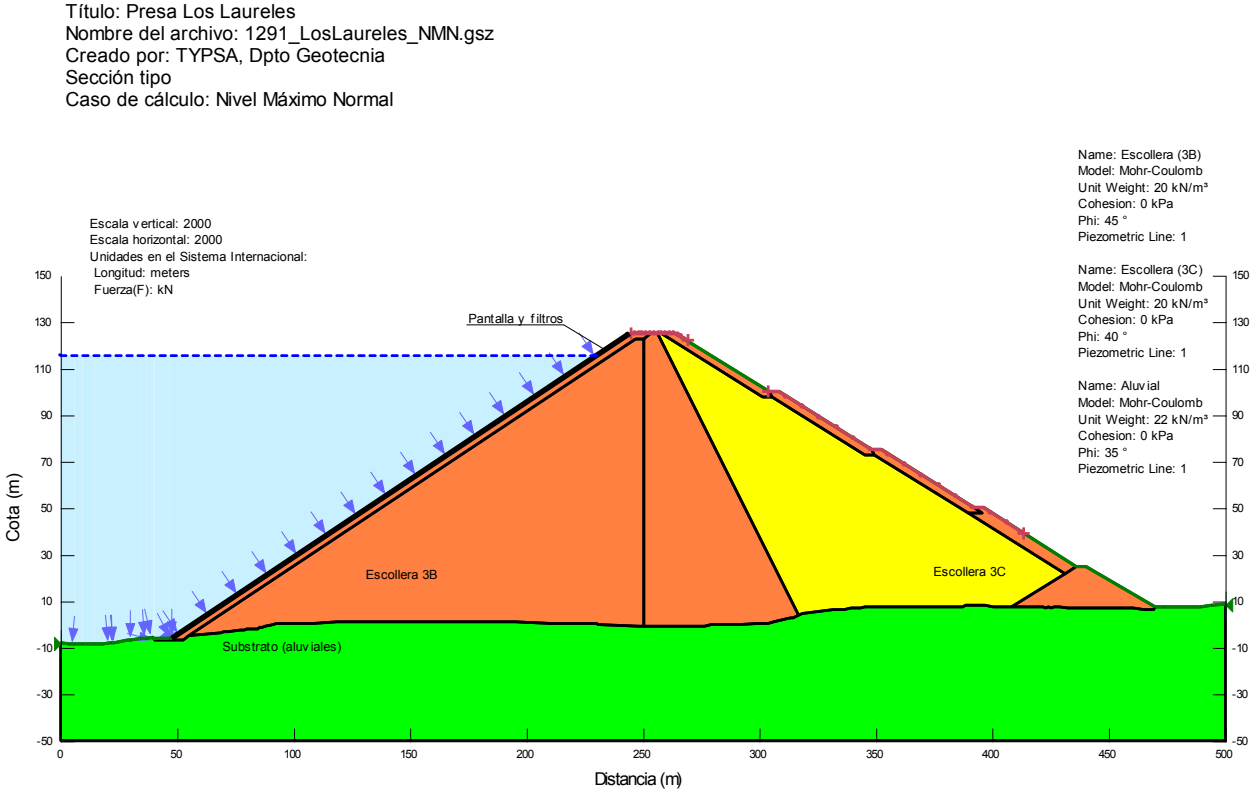


Figura 2.2-1. Sección de cálculo. Presa Los Laureles

De los cálculos efectuados en la presente fase de estudio, de acuerdo a las geometrías y los parámetros de partida adoptados, puede concluirse que se cumplen los criterios normativos de estabilidad, por lo que resultan viables los diseños adoptados. En la siguiente tabla se incluye un resumen de los resultados obtenidos en los análisis de estabilidad efectuados. En el Anexo 1 se adjuntan las salidas obtenidas del programa de cálculo Geo-Slope 2007 para la sección de cálculo de la presa de "Los Laureles".

Tabla 2.2-5. Resultados del cálculo. Alternativa Los Laureles

Construcción / Operación NMN	1,51
Construcción / Operación NMN con sismo	1,17

2.2.2. El Mañío

Las principales características geométricas de la presa se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.2-6. Principales características de la presa

110 m	Enrocado con núcleo impermeable	1V:1,8H	1V:1,7H	Bermas en talud de aguas abajo. 4 m de anchura cada 25 m.

Para la realización de los cálculos de estabilidad mediante modelos de equilibrio límite, se han tomado los parámetros justificados en los estudios geológicos y geotécnicos realizados en el presente Estudio, cuyos valores se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.2-7. Resumen de parámetros

Densidad saturada	20 kN/m^3	22 kN/m^3	17,5 kN/m^3
Ángulo fricción interna Φ	45º-40º	35º	25º
Cohesión	0	0	10 kPa

Se ha considerado como escollera de peor calidad (40º) a aquella escollera con menor selección de materiales y puesta en obra menos cuidada. Para la escollera de mayor calidad (45º) que se empleará en el espaldón de aguas arriba, así como en el tacón de pie o si fuese necesario como material de refuerzo en las capas más superficiales del espaldón de aguas abajo, deberá cuidarse la puesta en obra mediante colocación y compactación de la escollera que permita desarrollar a la misma un mayor ángulo de rozamiento interno.

Las situaciones de cálculo consideradas son las correspondientes a la de operación con cota de agua en Nivel Máximo Normal (NMN) estudiando el efecto de la sobrecarga sísmica. Al tratarse de una presa con núcleo impermeable, cuyo espaldón de aguas arriba se encuentra saturado, se ha realizado una comprobación en desembalse rápido. Los coeficientes de seguridad mínimos son los siguientes:

Tabla 2.2-8. Situaciones de cálculo y coeficientes de seguridad considerados

Construcción / Operación NMN con sismo	1,10
Construcción / Operación NMN	1,50
Desembalse rápido	1,30

Para evaluar la estabilidad durante la concurrencia de un evento sísmico, se ha empleado un análisis de equilibrio límite pseudo-estático. Para el cálculo se han empleado los mismos coeficientes sísmicos, que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.2-9. Coeficientes sísmicos de cálculo

Kh	0,126
Kv	0,063

Los cálculos se han realizado con el programa de equilibrio límite bidimensional Geo-Slope 2007, empleando el método de cálculo de Morgenstern-Price. En la siguiente imagen se muestra el modelo de cálculo empleado.

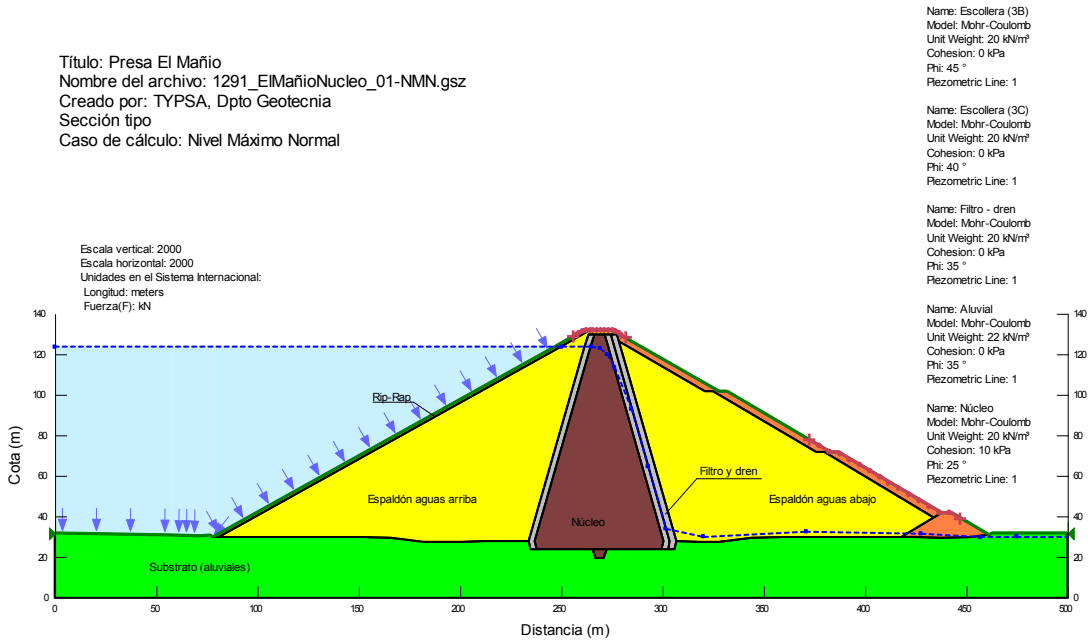


Figura 2.2-2. Sección de cálculo. Presa El Mañío

De los cálculos efectuados en la presente fase de estudio, de acuerdo a las geometrías y los parámetros de partida adoptados, puede concluirse que se cumplen los criterios normativos de estabilidad, por lo que resultan viables los diseños adoptados. En la siguiente tabla se incluye un resumen de los resultados obtenidos en los análisis de estabilidad efectuados. En el Anexo 1 se adjuntan las salidas obtenidas del programa de cálculo Geo-Slope 2007 para la sección de cálculo de la presa de "El Mañío".

Tabla 2.2-10. Resultados del cálculo. Presa de "El Mañío"

Construcción / Operación NMN	1,56
Construcción / Operación NMN con sismo	1,20
Desembalse rápido (presa con núcleo)	1,35

2.2.3. Cuesta Lara

La presa de Cuesta Lara es del tipo de gravedad de planta recta. El paramento aguas abajo tiene un talud 0,8H:1V, situándose el vértice teórico del triángulo resistente a cota de coronación. El paramento aguas arriba se divide en dos tramos, uno vertical desde la coronación hasta la cota 665 y un tacón con talud 0,25H:1V desde esta cota hasta la fundación, de tal forma que el centro de gravedad se sitúe más bajo, favoreciendo el comportamiento de la presa frente a la solicitación sísmica. La base tiene una pendiente del 5%.

Se comprueba la estabilidad de la sección más alta, cuya altura sobre cimientos es aproximadamente 136 m. Las solicitaciones consideradas son: peso propio, empuje hidrostático, presiones intersticiales y efectos sísmicos. Se ha tomado el valor de 2,4 t/m^3 como densidad del hormigón y 1 t/m^3 la densidad del agua. Se considera una reducción de la subpresión en la línea de drenes, situándose la galería perimetral a 10 m del paramento aguas arriba y a 1,5 m del cimiento.

Para realizar la comprobación de la estabilidad al deslizamiento se la presa se ha utilizado el programa CADAM (Computer Analysis of concrete gravity DAMs) en su versión 1.4.3. desarrollado por el Departamento de Ingeniería Civil, geológica y minera de la Escuela Politécnica de Montreal (Canadá). El procedimiento de cálculo seguido por el programa es el clásico utilizado para el estudio de la estabilidad de las presas de gravedad, de modo que, una vez consideradas las hipótesis de cargas a las que está sometida la presa, el deslizamiento de la presa no se produce siempre y cuando la resultante de las solicitaciones en dirección tangencial al plano de deslizamiento no supere a las reacciones que se oponen a él.

Para garantizar la estabilidad de la presa se exigen unos coeficientes de seguridad al deslizamiento, dependiendo de la combinación de cargas consideradas, calculados con la siguiente expresión:

$$FS = \frac{N\ tg\phi + cL}{T}$$

Donde:

N = fuerza normal al plano de cimiento.
Φ = ángulo de rozamiento en la fundación.
c = cohesión en el cimiento.
L = longitud de la fundación de la presa.
T = resultante de las solicitaciones en dirección tangencial al plano de deslizamiento.

Los parámetros utilizados para el cálculo de estabilidad, teniendo en cuenta las características del cimiento son:

- Cohesión: 0 kPa.
- Ángulo de rozamiento roca/cimiento: 45º.

Las situaciones de cálculo consideradas es la correspondiente a la situación normal con cota de agua en NMN y por ser zona sísmica se calcula la situación extraordinaria con el embalse situado a NMN y sismo.

Los coeficientes de seguridad mínimos considerados en los cálculos han sido los siguientes:

Tabla 2.2-11. Situaciones de cálculo y coeficientes de seguridad considerados

NMN + SISMO	1,10
NMN	1,50

Fuente: Elaboración propia

La estabilidad de la presa durante la ocurrencia de un evento sísmico se analiza utilizando el método pseudo-estático. Las fuerzas de inercia inducidas por un terremoto se calculan como el producto de la masa y la aceleración. El análisis sísmico se realiza en dos fases. Se comienza haciendo un cálculo tensional, para evaluar la longitud de la brecha, y posteriormente se analiza la estabilidad al deslizamiento y al vuelco. En el método pseudo-estático no se tiene en cuenta el la naturaleza oscilatoria del sismo, por lo que se acepta realizar el cálculo de estabilidad utilizando valores de aceleración como 0,5 veces la aceleración pico. El valor de la aceleración pico se usa para calcular la longitud de la brecha en la primera fase del cálculo tensional.

De acuerdo con el estudio geológico geotécnico, para la zona del emplazamiento de la presa, se determina un valor de PGA de 0,42g, por lo tanto para el cálculo se adopta un valor de coeficiente sísmico horizontal k_h = 0,21g. Se ha tenido en cuenta un coeficiente de aceleración vertical del orden de la mitad de la horizontal, es decir, un k_v = 0,11g.

Tabla 2.2-12. Coeficientes sísmicos de cálculo al deslizamiento

Kh	0,21
Kv	0,11

La estabilidad al vuelco de la presa se determina evaluando la situación de la resultante de las fuerzas aplicadas sobre el potencial plano de fallo. Los requerimientos de la situación de la resultante en las hipótesis de cálculo analizadas se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 2.2-13. Situaciones de cálculo y situación de la resultante de las fuerzas actuantes

Construcción/Operación NMN + SISMO	Resultante dentro de la base
Construcción/Operación NMN	100% de la base en compresión

Fuente: Elaboración propia

Para cada una de las hipótesis consideradas se obtienen los siguientes resultados.

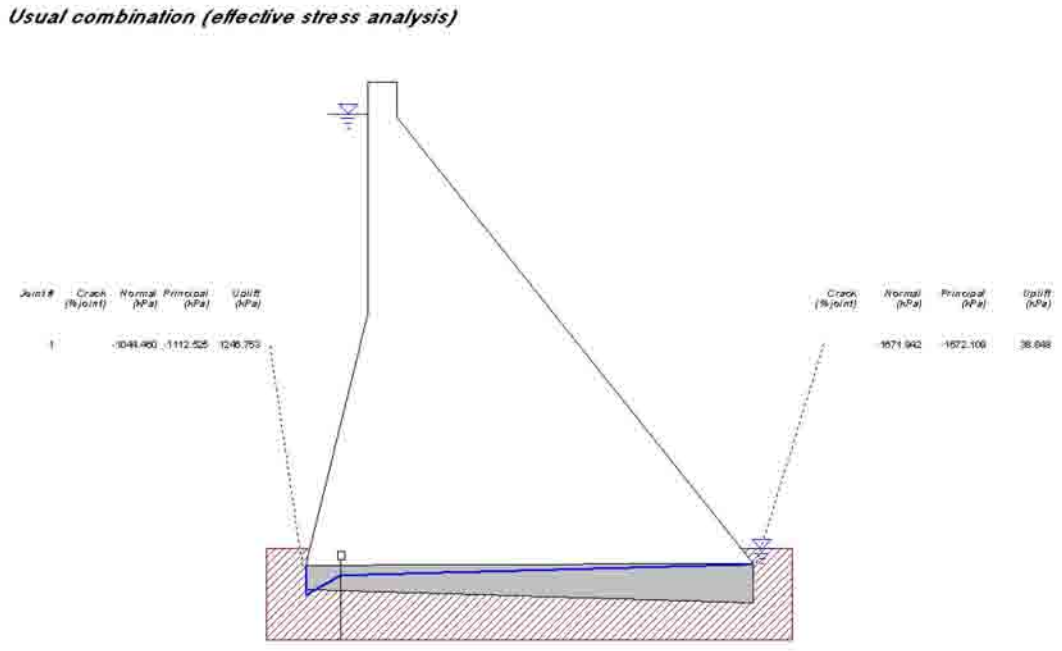


Figura 2.2-3. Cota de embalse a NMN, Cuesta Lara

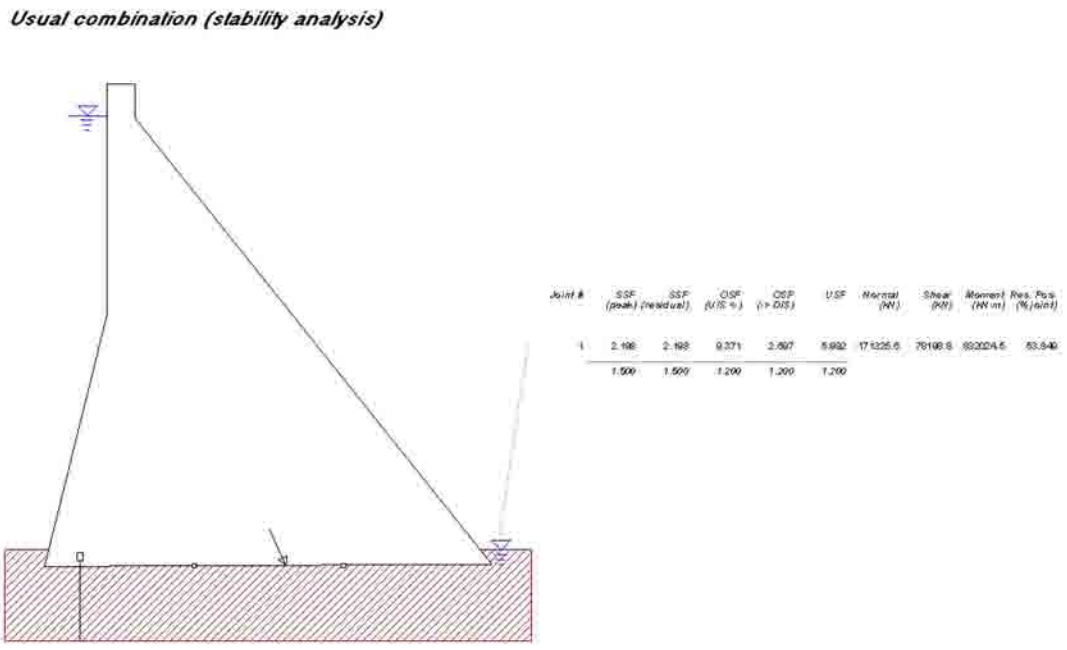


Figura 2.2-4. Análisis de estabilidad, Cuesta Lara

El coeficiente de seguridad al deslizamiento obtenido es 2,2, superior al valor 1,5 exigido. La base está 100% comprimida situándose la resultante de las fuerzas en el tercio central, por lo que se garantiza la estabilidad al vuelco.

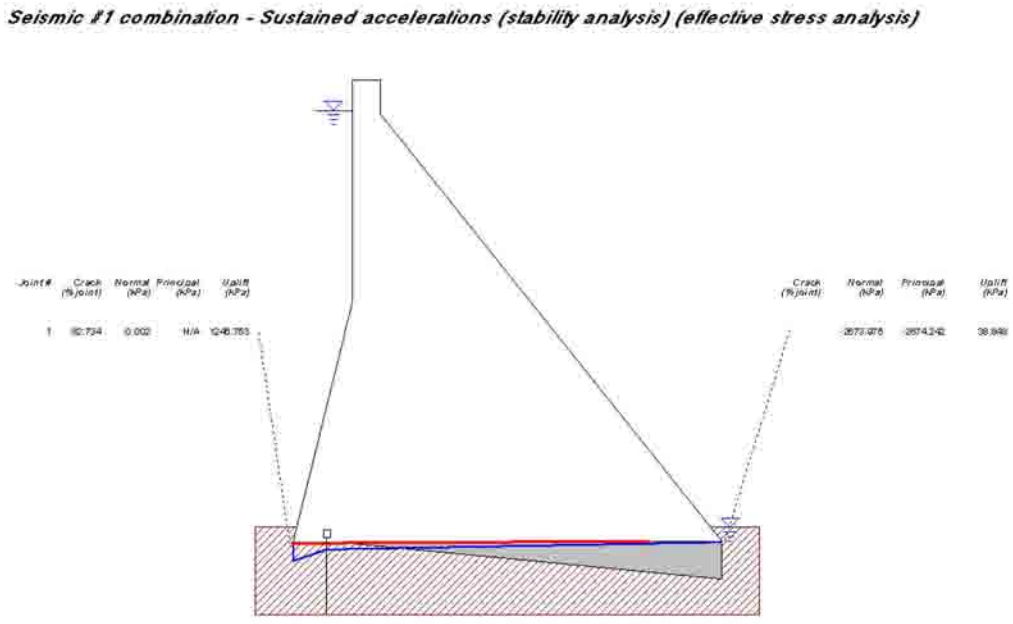


Figura 2.2-5. Cota de embalse a NMN + SISMO, Cuesta Lara

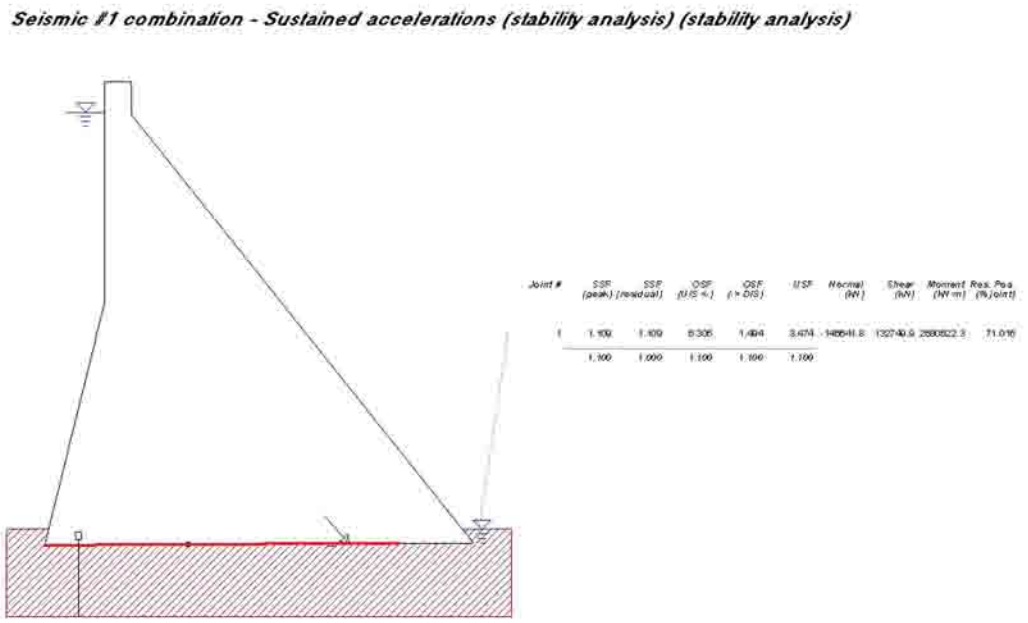


Figura 2.2-6. Análisis sísmico, Cuesta Lara

El coeficiente obtenido de seguridad al deslizamiento es 1,11, superior al valor 1,1 exigido. La resultante de las fuerzas se encuentra dentro de la base, por lo que se garantiza la estabilidad al vuelco. Del análisis de estabilidad realizado en esta fase de estudio se concluye que la tipología y geometrías propuestas para la presa de Cuesta Lara son viables. En el Anexo 1 se adjuntan las salidas del programa de cálculo CADAM.

2.2.4. Cálculo de asentamientos

Los asientos en la escollera se producen durante la construcción de la obra; por este motivo no se construye paralelamente la pantalla de hormigón aguas arriba, sino que se espera a terminar la construcción del dique. En Chile, debido a su sismicidad, es importante el cálculo de los asentamientos inducidos por sismo. Para calcular las deformaciones de los rellenos de presa (de escollera u otro tipo) sometidos a movimientos sísmicos, se sigue la metodología desarrollada en el artículo técnico *"Embankment dam deformations caused by earthquakes". 2003 J. R. Swaisgood, P.E., C.P.G.*, que obtiene el % de asientos en función de la altura de presa, el espesor de suelos existentes por debajo de la fundación de la presa, el valor de PGA considerado y la magnitud del sismo de diseño. La expresión de los asientos en coronación es:

$$\%\,STTLMT = e^{(6{,}07\,PGA\,+0{,}57\,Ms-8{,}0)}$$

$$\%\,STTLMT = \frac{\Delta}{DH\ + AT}\ x\ 100$$

Donde:

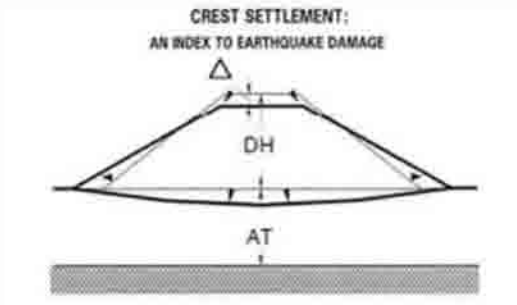
PGA = Peak Ground Acceleration (en g)

M = earthquake magnitude

DH= altura de presa (m)

AT=espesor suelos hasta roca por debajo de la fundación

Δ= asentamiento en la cresta (m)



El asiento producido en la coronación de la presa es función de la altura de presa y el espesor de suelos existente bajo la fundación. Habiendo estimado una altura máxima de 115 m y un espesor aluvial de 40 m, resulta:

PGA=0,41g

M=7,5 (grados Richter)

Luego: % asiento = 0,20 %

En las siguientes figuras se comprueba que los valores calculados (0,20%) están en los rangos habituales obtenidos en otras presas, como Cogoti, Aromos, Paloma y Santa Juana (daño relativo *"menor a moderado"*). Con este nivel de daños debe emplearse escollera de calidad (existente en la zona) y cuidar su puesta en obra.

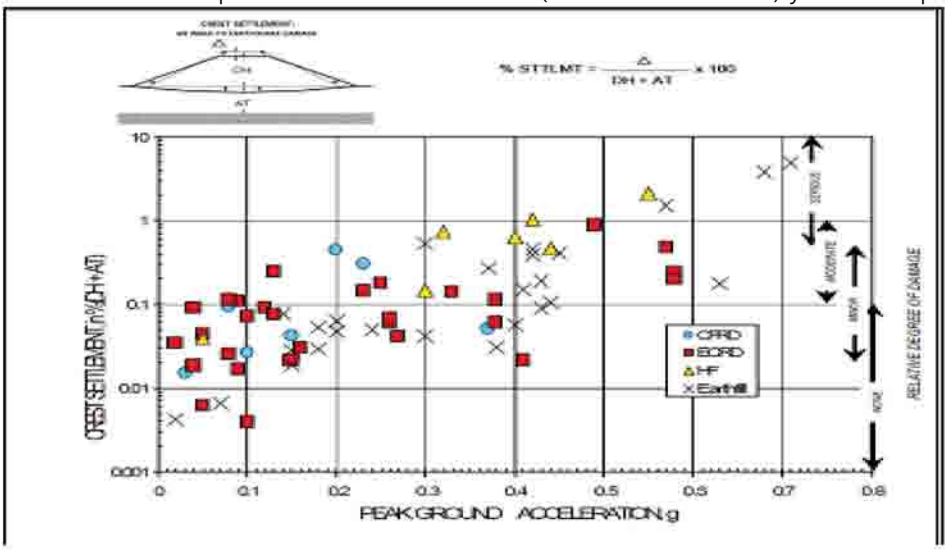


Figura 2.2-7. Estadística de valores de asentamiento de diferentes tipos de presa

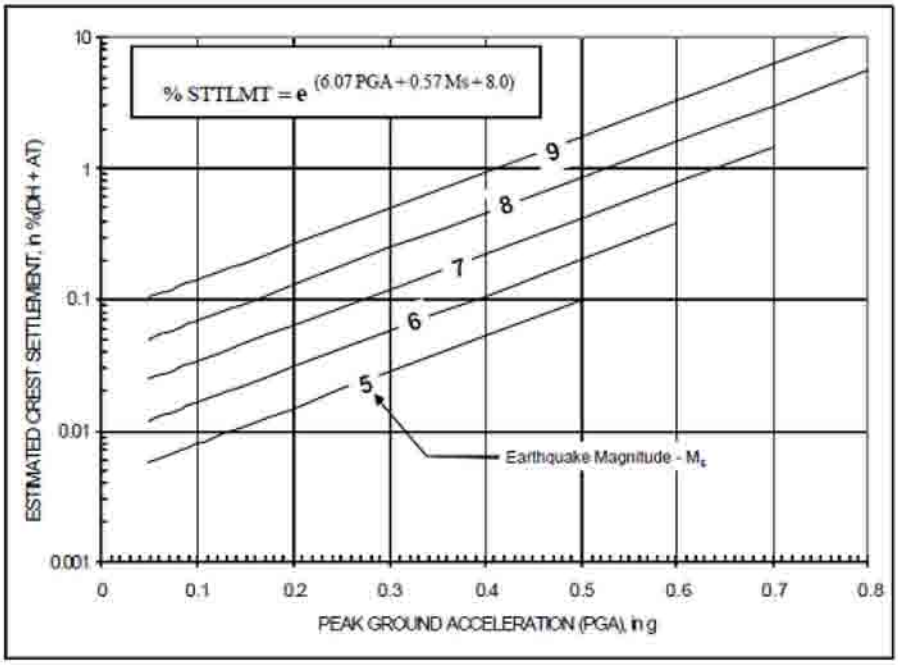


Figura 2.2-8. Estimación de asentamientos

3. EVACUADOR DE CRECIDAS

3.1. CRITERIOS ADOPTADOS

El estudio hidrológico de crecidas proporcionó los hidrogramas de crecida entrantes al embalse en cada una de las alternativas. El estudio de regulación determinó el volumen de embalse y en consecuencia la cota del nivel máximo normal en cada alternativa. A partir del estudio geológico-geotécnico de los emplazamientos y de la disponibilidad de los materiales, se determinó la tipología de presa en cada emplazamiento, que condiciona también la tipología del evacuador de crecidas. A partir de estos datos, se realiza el estudio de laminación de crecidas, que proporciona los máximos niveles de agua en el embalse durante una crecida extraordinaria y los caudales máximos desaguados, lo que permite dimensionar el evacuador para obtener la capacidad necesaria, y la altura de la presa para proporcionar la revancha que corresponde.

Por tanto, los datos de partida para el estudio de laminación de crecidas fueron los siguientes:

1. Hidrogramas de crecida de entrada al embalse en régimen natural (estudio hidrológico de crecidas).
2. Curvas de embalse, que permiten calcular el nivel de agua en función del volumen.
3. Tipología o configuración del evacuador de crecidas y de sus elementos hidráulicos importantes.
   En el caso de las dos presas de materiales locales (Los Laureles y El Mañío), el evacuador diseñado es una obra formada por vertedero lateral, canal colector, rápida de descarga y trampolín final.
   En el caso de la presa de hormigón (Cuesta Lara), el evacuador diseñado está integrado en el propio cuerpo de presa, y está formado por un vertedero frontal, una canalización entre muros laterales sobre el paramento aguas debajo de la presa y un trampolín final.
4. Nivel inicial en el embalse al momento de llegar la crecida. Se considera el embalse lleno (nivel máximo normal) como hipótesis más conservadora (estudio de regulación).

El cálculo hidráulico de laminación de crecidas consiste en la determinación de los caudales de salida y la evolución de los niveles de embalse en función de los caudales entrantes, de la geometría del vaso y de los parámetros hidráulicos y geométricos del evacuador, que determinan su capacidad. Estos cálculos, que son iterativos, se realizaron con ayuda del software HEC-HMS.

El Reglamento de Obras Mayores de la DGA divide los embalses en categorías A, B y C. Bajo dicho Reglamento, los embalses a diseñar pertenecen a la categoría C (grandes, de altura máxima de muro ≥30 m, o bien de capacidad ≥60 hm^3). Por tanto el caudal de diseño de la obra de evacuación de crecidas corresponde a la crecida asociada a un periodo de retorno de 1.000 años.

El diseño se verifica después para la crecida asociada a un periodo de retorno de 10.000 años, de forma que el nivel máximo del agua durante la crecida no supere la cota de coronación de la presa. En la Tabla 3.1-1 se recogen los caudales correspondientes a estas crecidas para las soluciones de embalse propuestas.

Tabla 3.1-1. Caudales para el diseño del evacuador de crecidas en cada emplazamiento de embalse (m^3/s)

1.000 (caudal de diseño)	1.737,90	1.737,90	2.970,40
10.000 (caudal de comprobación)	1.992,50	1.992,50	3.414,90

Fuente: Elaboración propia

Debido a sus diferentes tipologías, el diseño hidráulico de los aliviaderos es diferente para Cuesta Lara (presa de hormigón, con aliviadero frontal incorporado en el cuerpo de presa) y para las presas de El Mañío y Los Laureles (evacuador de crecidas independiente, con vertedero lateral).

En primer lugar, se ha determinado la longitud de vertedero, coeficiente de descarga y caudal aliviado para cada embalse y escenario. Después se establecen las dimensiones del resto de los elementos.

La metodología empleada en el dimensionamiento hidráulico de cada elemento del evacuador de crecidas está descrita con más detalle en la conocida publicación técnica de recursos hídricos "Desing Of Small Dams" del U.S. Bureau of Reclamation (United States Department of the Interior). Los cálculos correspondientes se incluyeron en el Anexo 2.

Los evacuadores de crecidas permiten aliviar el agua que no es posible almacenar en el embalse. Además de evacuar el caudal suficiente, debe cumplir condiciones hidráulicas, geométricas y estructurales que determinan su tipología y tamaño. A continuación se diseñan los diferentes elementos hidráulicos, obteniendo las dimensiones correspondientes.

3.2. VERTEDERO

El vertedero es un elemento de control, que proporciona un mejor comportamiento de los caudales aliviados cuanto más se aproxime su forma al perfil que describe la lámina inferior del agua vertiente.

Habiendo tenido en cuenta la morfología fluvial y topografía de la ubicación del evacuador de crecidas en cada embalse, se consideró un vertedero del tipo estandarizado por el USBR (lateral en Los Laureles y El Mañío, y frontal en Cuesta Lara), cuyo perfil se define mediante la curva siguiente, donde ***K*** y ***n*** son constantes que dependen de la inclinación del paramento aguas arriba del vertedero y de la velocidad de aproximación del agua:

$$\frac{Y}{H_O} = -K \cdot \left(\frac{X}{H_O}\right)^n$$

La ecuación que expresa la capacidad hidráulica de un vertedero con esta tipología está dada por:

$$Q = Co \cdot L \cdot H^{3/2}$$

Donde ***Q*** (m^3/s) es el caudal vertido, ***C_O*** ($m^{0,5}/s$) es el coeficiente de descarga, ***L*** (m) es la longitud del vertedero y ***H*** (m) es la altura de carga de energía sobre el umbral del labio de vertido. El coeficiente de descarga C_O es variable, y depende del tipo de vertedero seleccionado. En vertederos del tipo USBR, el valor de C_O viene dado por la curva indicada en la Figura 3.2-1.

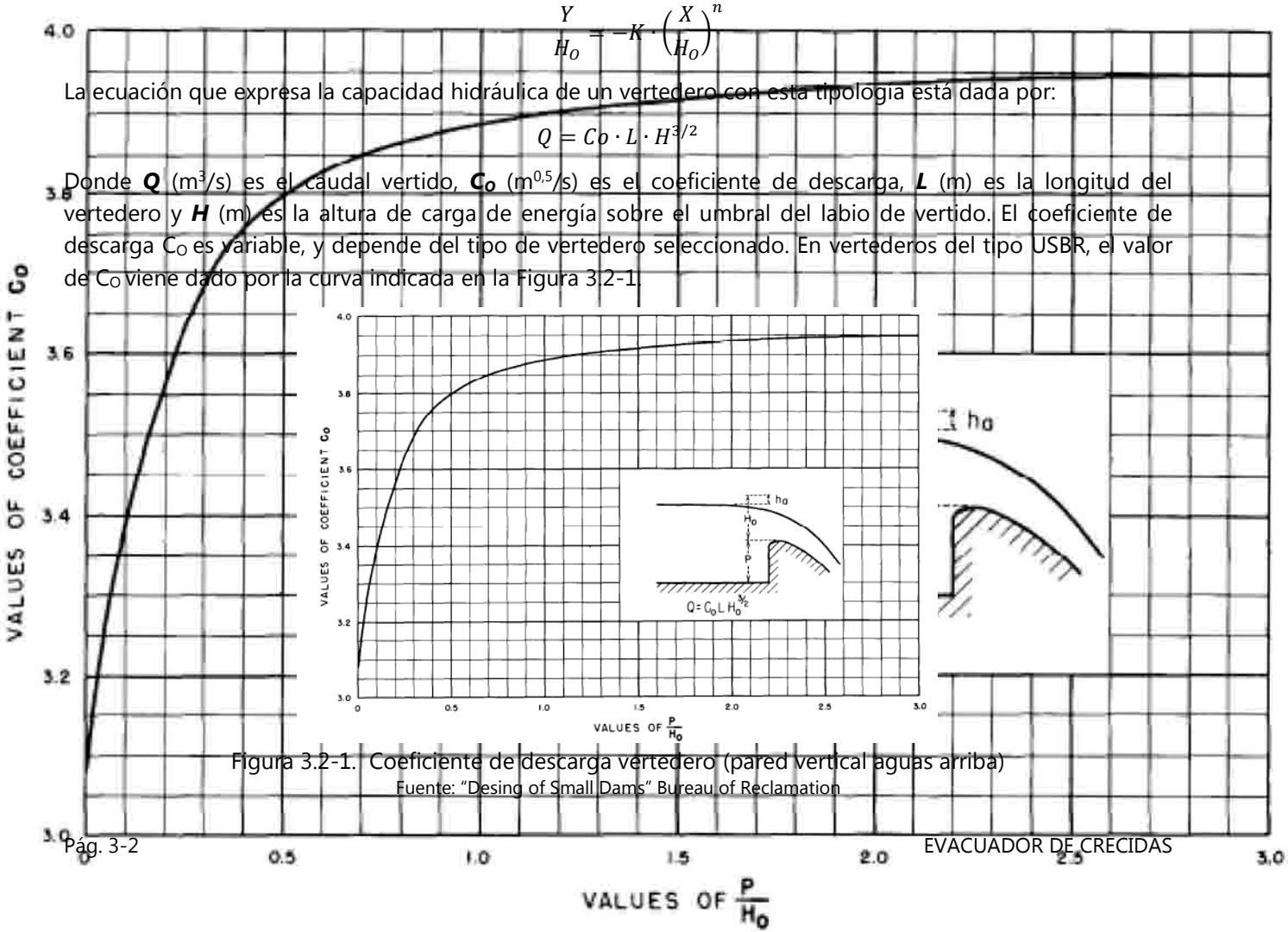


Figura 3.2-1. Coeficiente de descarga vertedero (pared vertical aguas arriba)
Fuente: "Desing of Small Dams" Bureau of Reclamation

La longitud del vertedero está relacionada con el resto de los parámetros mediante una ecuación implícita, lo que requiere un cálculo de iteración. Este cálculo iterativo de caudales y de los consiguientes coeficientes descarga, se ha realizado con el software HEC-HMS, con su módulo de laminación, a partir de la cota de inicio de vertido definida por nivel máximo normal, que corresponde al volumen de embalse determinado en el estudio de regulación. El cálculo se ha realizado para cada alternativa de embalse y escenario, representando en los planos el diseño correspondiente al escenario que resulta hidráulicamente más desfavorable en cada alternativa:

- El Mañío: Esc. 1.a.
- Cuesta Lara: Esc. 1.b.
- Los Laureles: Esc. 3.

En la Tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos para el dimensionamiento ($Q_{T=1000\ años}$):

Tabla 3.2-1. Longitud de vertedero para el caudal de diseño en cada alternativa y escenario

1	1.737,90	1.641,10	65,00	25,25	753,00	758,14	5,14	2,166
1.a(*)		1.654,20	75,00	22,06	722,00	726,69	4,69	2,170
1.a	1.737,90	1.670,90	65,00	25,71	709,00	714,18	5,18	2,180
1.b(*)		1.544,00	60,00	25,73	722,00	727,18	5,18	2,180
1	2.970,40	2.686,10	110,00	24,42	593,00	598,03	5,03	2,167
2		2.472,00	105,00	23,54	610,00	614,90	4,90	2,168
3(*)		2.337,50	100,00	23,38	621,00	625,88	4,88	2,168

(*) Alternativa con planos de diseño. Fuente: Elaboración Propia

Después se realiza la comprobación para el caudal asociado a la crecida de 10.000 años. Para obtener el valor H_o, H_d y h_a se realizaron los mismos procedimientos y cálculos desarrollados en el paso anterior. Los valores obtenidos para la avenida de 10.000 años para todos los escenarios se recogen en la Tabla 3.2-2.

Tabla 3.2-2. Caudales asociados a la crecida milenaria y decamilenaria

1	1.737,90	1.641,10	758,14	1.992,50	1.893,10	758,66
1.a		1.654,20	726,69		1.906,30	727,16
1.a	1.737,90	1.670,90	714,18	1.992,50	1.925,30	714,69
1.b		1.544,00	727,18		1.766,60	727,67
1	2.970,40	2.686,10	598,03	3.414,90	3.118,40	598,56
2		2.472,00	614,90		2.869,70	615,42
3		2.337,50	625,88		2.731,90	626,42

Fuente: Elaboración propia

El evacuador de crecidas de Cuesta Lara tiene un vertedero de tipo frontal, integrado en el cuerpo de presa de hormigón, con un vertedero de 60 m de longitud total (en la presa más alta), que se ha dividido en tres vanos iguales de 20 m mediante dos pilas de 1,50 m de ancho. La cota del labio (722,00 m s.n.m.) corresponde al nivel máximo de embalse normal. Durante la crecida normal (T=1000 años) el nivel de lámina alcanza una altura de 5,2 m sobre el vertedero, y durante la crecida extraordinaria (T=10.000 años) la altura sube 0,5 m más.

La descarga del evacuador de crecidas de Cuesta Lara no tiene canal colector, ni rápida propiamente dicha, pues el caudal evacuado se ajusta al talud aguas abajo de la presa (0,8H:1V) hasta el trampolín de lanzamiento, manteniendo la misma anchura que el vertedero, canalizado mediante sendos muros laterales de 3 m de "altura" (medidos perpendicularmente al paramento), que es suficiente para la máxima altura del vertido en la crecida de 10.000 años.

Para el evacuador de crecidas de El Mañío y Los Laureles (independiente del cuerpo de presa, con vertedero lateral), a la vista de los resultados del cálculo de laminación, se establece una altura de 8 m para los muros que acompañan al vertedero.

El vertedero USBR tiene la forma indicada en la Figura 3.2-2, en función de su longitud, y está definido por las ecuaciones que aparecen en la misma figura y que determinan el talud aguas arriba y abajo de la cresta, en función de los parámetros geométricos e hidráulicos: P (m), Ho (m), y distintos factores y coeficientes K, n, Xc, Yc, R2 y R1 para la determinación de las secciones que se obtienen a partir de la razón ha/Ho.

Tabla 3.2-3. Factores para la determinación de la forma del vertedero USBR

EL MAÑÍO	75,00	0,03	0,49	1,86	4,69	0,15
LOS LAURELES	100,00	0,03	0,49	1,86	4,88	0,17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.2-4. Coeficientes para la determinación geométrica de la forma del USBR

Xc	1,29	1,34
Yc	0,54	0,56
R1	2,43	2,53
R2	1,02	1,06

Fuente: Elaboración Propia

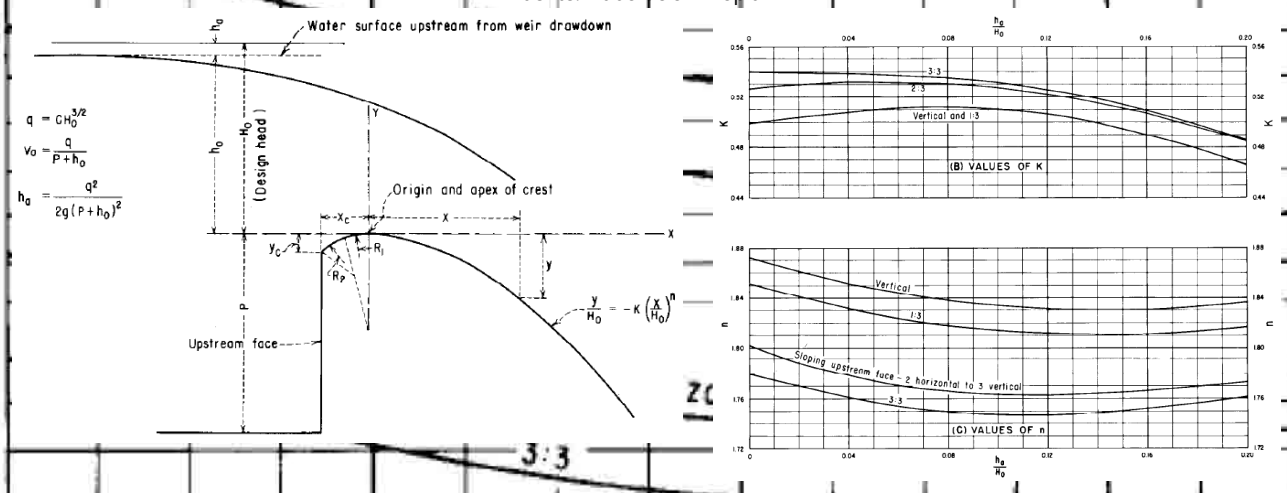


Figura 3.2-2. Elementos del perfil de vertedero estricto y coeficientes que lo definen

Fuente: "Desing of Small Dams" U.S. Bureau of Reclamation

A partir de los coeficientes obtenidos, de igual valor para todos los escenarios, se definen las curvas geométricas de los perfiles de aguas abajo del vertedero:

El Mañío: $y = -0{,}12874 \cdot x^{1{,}86}$
Los Laureles: $y = -0{,}12447 \cdot x^{1{,}86}$

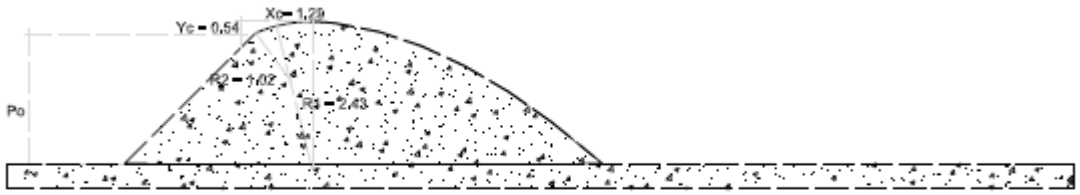


Figura 3.2-3. Perfil del vertedero de El Mañío - Fuente: Elaboración propia

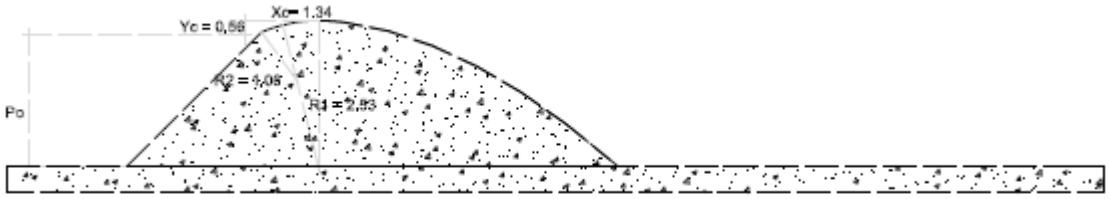


Figura 3.2-4. Perfil del vertedero de Los Laureles - Fuente: Elaboración propia

3.3. CANAL COLECTOR Y RÁPIDA DE DESCARGA

Seguidamente se describe el proceso de cálculo para la determinación del perfil hidráulico del evacuador de crecidas, con los caudales de diseño asociados a la crecida de periodo de retorno 1.000 años (es decir, según los caudales evacuados para dicha crecida que figuran en la Tabla *3.2-2*). Los cálculos detallados se han desarrollado para el vertedero correspondiente al escenario hidráulicamente más desfavorable.

A partir de la ecuación que define el perfil del vertedero calculada anteriormente, se discretizan los valores de X, Y, **α** y **d** para un ΔX dado. Donde X e Y coordenadas (m), alfa el ángulo entre la horizontal y el perfil de aguas abajo del vertedero (rad) y d la distancia entre par de coordenadas continuas (m). El caudal en cada sección depende de la energía disponible en la misma. Haciendo balances de energía entre diferentes secciones, la diferencia de energía entre dos secciones será la diferencia de cota entre ellas menos las pérdidas producidas a lo largo del tramo comprendido entre las mismas. Es decir, la energía en un punto (1) es igual a la energía en un punto (2) más las pérdidas por fricción y singulares, siendo (1) un punto ubicado aguas arriba de (2). Para cada par de coordenadas continuas se realiza el balance de la energía del flujo, lo que permite definir las alturas de lámina de agua buscadas. En la ecuación siguiente, E_1 es la energía en el punto (1) en (m), E_2 es la energía en (2) en (m), Δf pérdidas fricciónales (m) y Δs pérdidas singulares:

$$E_1 = E_2 + \Delta f + \Delta S$$

Por otra parte, en canales abiertos se define E como:

$$E = z + h \cdot \cos(\alpha) + \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde **z** es la cota (m) y **v** es la velocidad de escurrimiento (m/s).

$$v = \frac{Q}{A}$$

Donde A es el área mojada (m^2) y Q el caudal (m^3/s).

Las pérdidas por fricción se pueden definir como:

$$\Delta f = d \cdot Jm \qquad Jm = \sqrt{J_1 \cdot J_2} \qquad J_i = \left(\frac{Q \cdot n}{A_i \cdot {R_h}_i^{2/3}}\right)^2$$

Donde *d* es la distancia entre (1) y (2), J_i la pendiente de la carga de energía en *i*, *n* la rugosidad del canal ($m^{0,5}/s$), A_i el área mojada en *i* (m^2) y R_{hi} el radio hidráulico en *i* (m) que se define como A_i/P_i donde P_i es el perímetro mojado en *i* (m). La rugosidad utilizada es 0,014.

Para empezar a definir el eje hidráulico se necesita una condición inicial, que en el caso de estudio es la energía que produce el caudal asociado a la avenida de 1.000 años de periodo de retorno. En la Tabla 3.3-1 se presentan los valores adoptados para la condición de borde. Los cálculos detallados se recogen en el Anexo 2. En la Figura 3.3-1 se muestra como ejemplo uno de los ejes hidráulicos obtenidos para la crecida de 1.000 años de periodo de retorno.

Tabla 3.3-1. Valores de condición de borde

q ($m^3/s/m$)	22,06	23,38
H_0 (m)	3,68	3,82
v (m/s)	6,00	6,12
E (m)	5,51	5,73

Fuente: Elaboración Propia

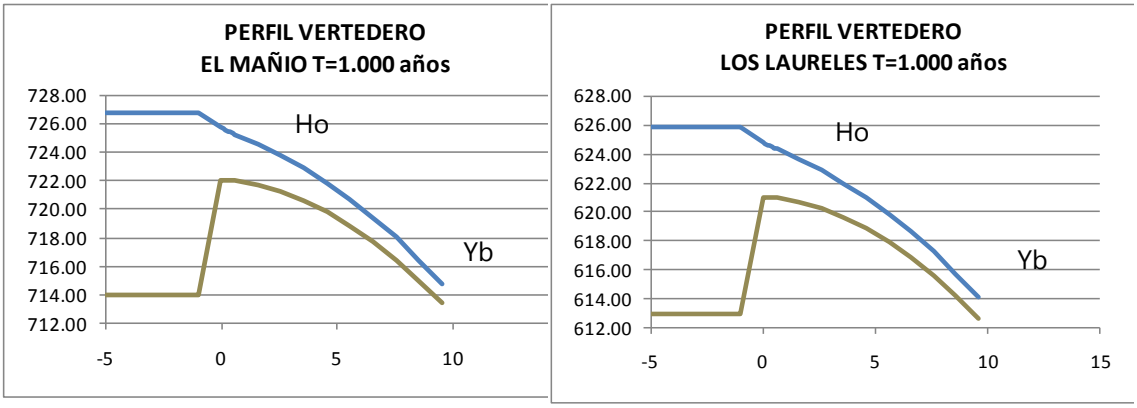


Figura 3.3-1. Eje hidráulico - Fuente: Elaboración propia

Ya definida la geometría de los vertederos, se obtiene que:

El Mañío: La altura de agua sobre vertedero es Ho = 4,69 m (cota 726,69 m s.n.m.). La altura de lámina al final del vertedero es Yb = 1,43 m (cota 715,43 m s.n.m.).

Los Laureles: La altura de agua sobre vertedero es Ho = 4,88 m (cota 625,88). La altura de lámina al final del vertedero es Yb = 1,36 m (cota 614,36).

Para comprobar que el vertedero no sufre anegamiento se define el perfil hidráulico del canal colector comprobando el funcionamiento conjunto del sistema *vertedero-canal colector*, ya que el vertedero lateral descarga el caudal en un cuenco colector, de ancho variable, que conduce el agua hacia el canal colector.

- El Mañío: el ancho del primer tramo del canal colector varía de 10 m a 25 m con una pendiente de 0,5%.
- Los Laureles: el ancho del primer tramo del canal colector varía de 15 m a 42 m con pendiente de 0,8%.

En las figuras adjuntas se muestra el perfil hidráulico generado por el caudal aliviado por el vertedero lateral de estas alternativas.

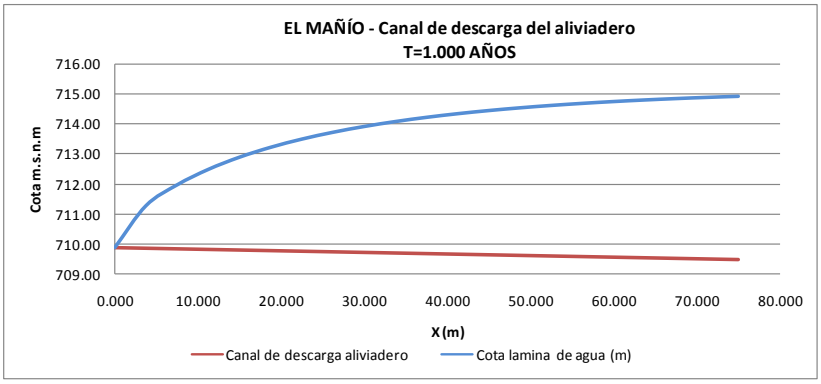


Figura 3.3-2. Eje hidráulico cuenco de descarga. El Mañío

Fuente: Elaboración propia

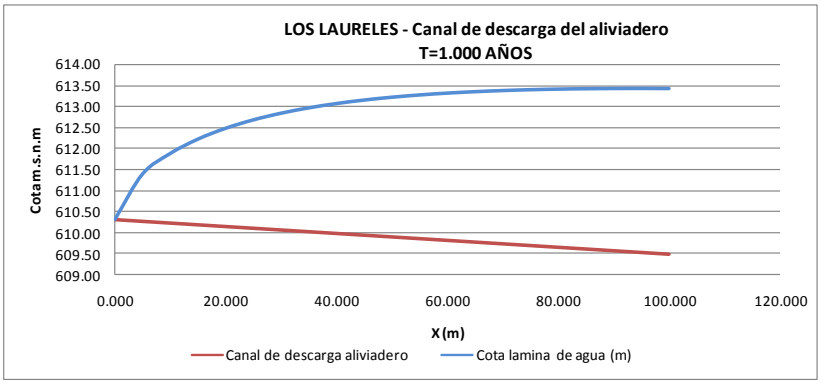


Figura 3.3-3. Eje hidráulico cuenco de descarga. Los Laureles

Fuente: Elaboración propia

El segundo tramo del canal colector que recibe las aguas descargadas en el primer tramo con vertedero lateral, tiene las siguientes características:

- En *El Mañío*, el ancho del canal colector es de 25 m y la pendiente de valor 0,8%.
- En *Los Laureles*, el ancho del canal colector es de 42 m y la pendiente de valor 3,50 %.

La altura y cota del canal colector se obtiene bajo las siguientes condiciones:

- La altura de escurrimiento debe ser subcrítica según las recomendaciones del conocido manual de hidráulica "Desing of Small Dams" del USBR, para amortiguar los efectos de las aguas vertidas sobre la estructura.
- La altura del agua en el canal colector no debe generar el anegamiento del vertedero.

Para asegurar el régimen subcrítico se ha determinado la longitud necesaria para cumplir con las condiciones indicadas adecuándonos a las condiciones geométricas del terreno.

Para determinar el eje hidráulico, se siguió la metodología de la misma publicación "Desing of Small Dams" del USBR. La ecuación diferencial de Navier-Stokes establece el equilibrio entre las fuerzas de inercia, masa, presión y viscosidad por unidad de volumen que actúan sobre una partícula fluida elemental. El flujo gradualmente variado, es un flujo permanente cuya profundidad varía de manera gradual a lo largo del canal. Las hipótesis son:

a) La pérdida de altura en una sección es igual que la de un flujo uniforme con las mismas características de velocidad y radio hidráulico.
b) La pendiente del canal es pequeña (<10%). Esto quiere decir que la profundidad del flujo puede medirse verticalmente o perpendicularmente al fondo del canal y no se requiere hacer corrección por presión ni por arrastre del aire.
c) Considerando que el canal colector recibe las aguas del vertedero para dirigirlas a la rápida de descarga cuya pendiente generará un régimen supercrítico, al final del canal colector se producirá una sección crítica. Con lo que la condición de contorno del canal colector será que en su sección final se dé el calado crítico.

Se entiende que en cualquier tramo corto de canal colector, la cantidad de movimiento al principio del tramo más cualquier aumento debido a las fuerzas externas, debe ser igual a la cantidad de movimiento al final del tramo. La ecuación que define el eje es la siguiente, donde Δy es el cambio de elevación (m), Q_1 (m^3/s) y v_1 (m/s) son los valores al inicio del tramo y Q_2 (m^3/s) y v_2 (m/s) son los valores al final del tramo.

$$\Delta y = \frac{Q_2}{g} \cdot \frac{(v_1+v_2)}{(Q_1+Q_2)} \cdot \left((v_2 - v_1) + \frac{v_1 \cdot (Q_2 - 1)}{Q_2} \right)$$

El proceso de cálculo es iterativo, de tal forma que, conociendo la condición de contorno de la altura h y discretizando el canal colector en múltiples secciones, para sucesivas secciones se itera el valor de h lo que genera la variación del área mojada y la velocidad de escurrimiento y por tanto un valor de Δy diferente, luego se comprueba que se cumpla la relación $h_1 = h_2 + \Delta y$. Estos cálculos iterativos se recogen en el Anexo 2.

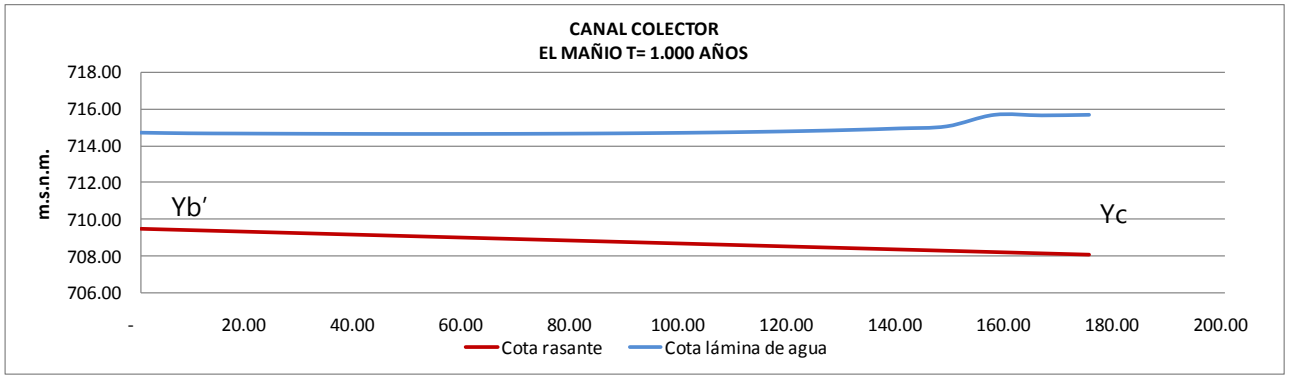


Figura 3.3-4. Eje hidráulico canal colector EL MAÑÍO - Fuente: Elaboración propia

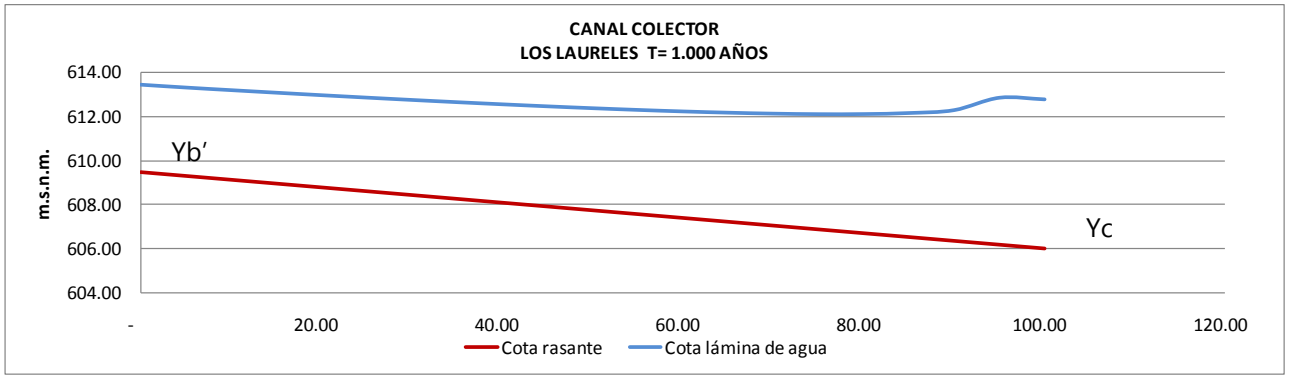


Figura 3.3-5. Eje hidráulico canal colector LOS LAURELES - Fuente: Elaboración propia

A continuación se comprueba que el canal colector no produce anegamiento del vertedero: Yb ≥ Yb'.

Tabla 3.3-2. Valores de lámina de agua en vertedero y canal colector

El Mañío	4,69	5,41
Los Laureles	4,88	3,92
El Mañío	5,23	7,64
Los Laureles	3,91	6,81

Una vez comprobado el funcionamiento hidráulico conjunto de *vertedero - canal descarga - canal colector* se adjunta los esquemas de funcionamiento hidráulico del sistema para cada una de las alternativas estudiadas, El Mañío y Los Laureles y para el caudal de avenida asociado al periodo de retorno de 1.000 años.

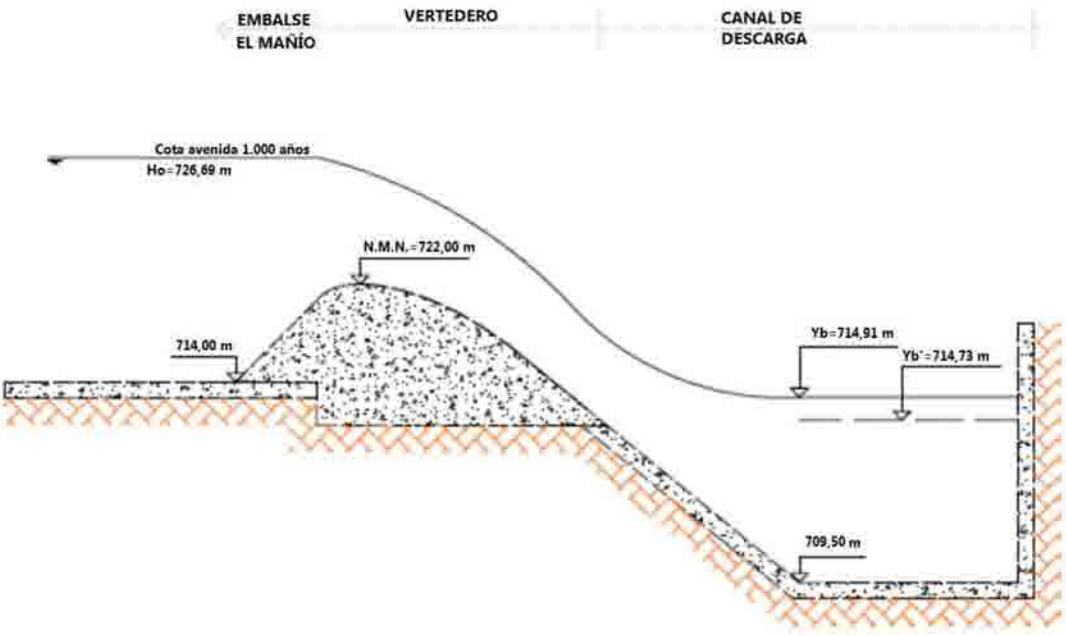


Figura 3.3-6. Eje hidráulico vertedero - canal colector El Mañío.
Fuente: Elaboración propia

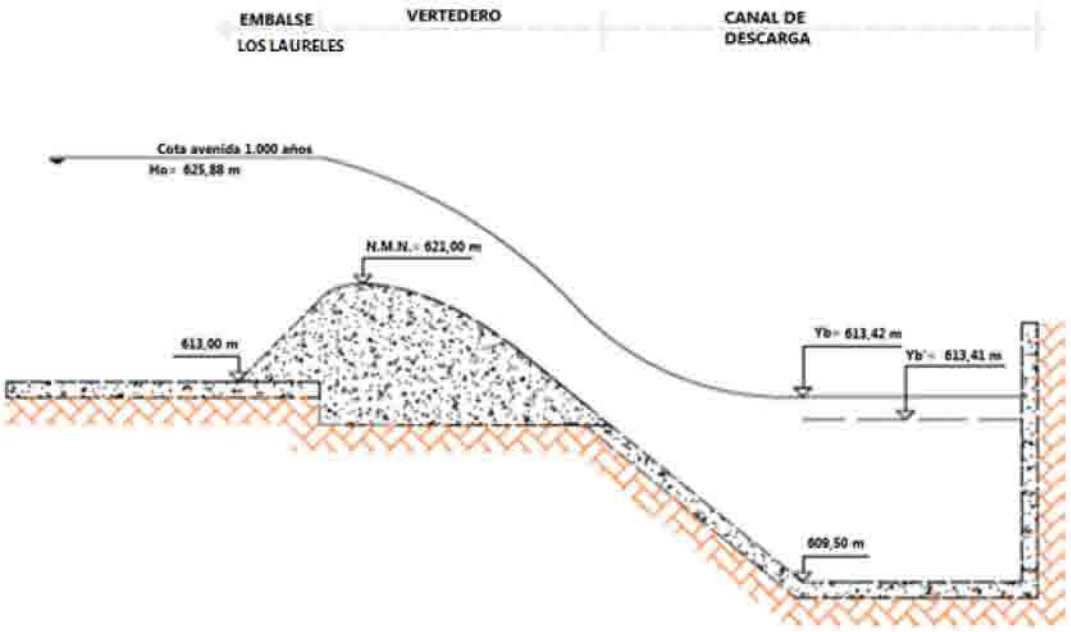


Figura 3.3-7. Eje hidráulico vertedero - canal colector Los Laureles
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la rápida de descarga de las presas El Mañío y Los Laureles, se realizan los siguientes cálculos:

El Mañío:

Para el escenario de diseño (1.1.a) se propone el eje hidráulico del rápido diseñado para un canal abierto de ancho 25 m caracterizado en dos tramos con pendientes diferentes. Cada tramo se adapta a la topografía del terreno respondiendo óptimamente al diseño hidráulico.

- Rápido 1: pendiente de valor 0,26 m/m y longitud 220 m.
- Rápido 2: pendiente de valor 0,07 m/m y longitud 264 m.

Para los rápidos se considera un único número de Manning (rugosidad) de valor 0,014. El diseño se realiza para el caudal de 1.654,20 m^3/s y se verifica para la crecida deca milenaria. En la Figura 3.3-8 se muestra el eje hidráulico obtenido para la crecida de los 1.000 años. En la Tabla 3.3-3 se presenta un resumen de los valores del Número de Froude (f) y la velocidad en la sección final de los rápidos proyectados.

Tabla 3.3-3. Número de Froude en sección final de los rápidos en la alternativa El Mañío

Rápida 1	1.000	1.654,20	7,30	32,58	0,014	2,.031
	10.000	1.906,30	6,99	33,16	0,014	2,300
Rápida 2	1.000	1.654,20	6,74	30,88	0,014	2,143
	10.000	1.906,30	6,63	32,03	0,014	2,381

Fuente: Elaboración Propia

Los Laureles:

Análogamente, para el escenario de diseño se propone el eje hidráulico de la rápida diseñado para un canal abierto de ancho 42 m. El diseño se realiza adaptando el trazado de la rápida lo mejor posible a la topografía, respondiendo óptimamente al diseño hidráulico. Las rápidas resultantes se diseñan con una pendiente de valor 0,25 m/m y una longitud de 423 m. Se considera un número de Manning (rugosidad) de valor 0,014. El diseño se realiza para el caudal de 2.337,50 m^3/s y se verifica para la crecida deca-milenaria.

En la Figura 3.3-9 se muestra el eje hidráulico obtenido para la crecida de 1.000 años. En la Tabla 3.3-4 se presenta un resumen de los valores del Número de Froude (f) y la velocidad en la sección final de las rápidas proyectadas.

Tabla 3.3-4. Número de Froude en sección final de las rápidas en la alternativa Los Laureles

1.000	2.337,50	9,80	37,42	0,014	1,487
10.000	2.731,90	9,54	38,72	0,014	1,680

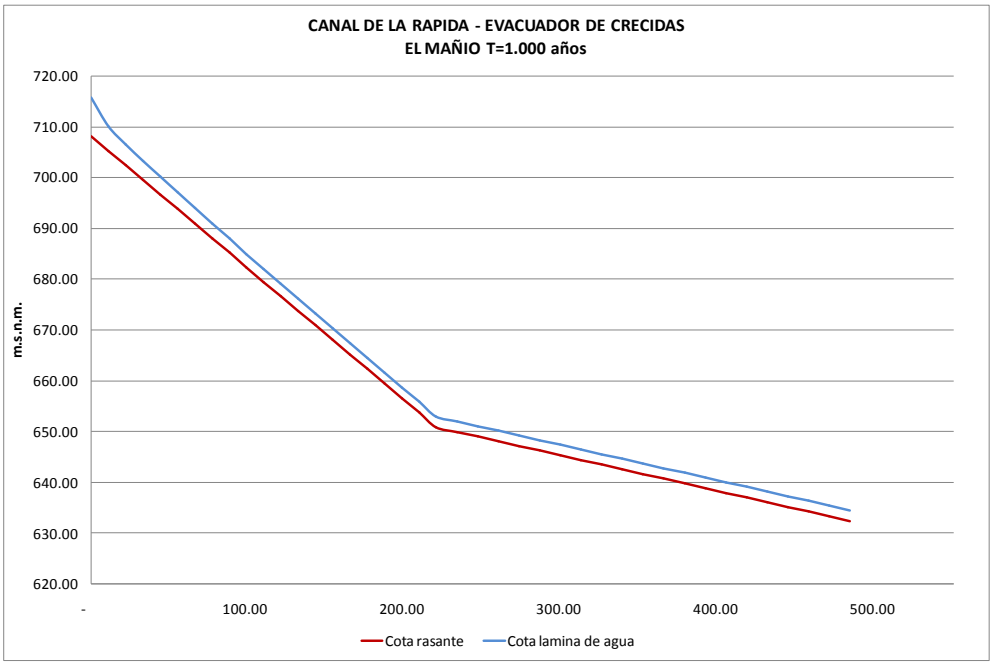
Fuente: Elaboración Propia

A partir del dimensionamiento hidráulico de los escenarios de proyecto se obtienen para el resto de escenarios las dimensiones de los elementos del evacuador de crecidas, de forma que se mantenga la misma carga hidráulica en los distintos evacuadores, tal y como se recoge en el Anexo 2. En la Tabla 3.3-5, se recogen las dimensiones resultantes para las soluciones analizadas en sus distintos escenarios. El escenario 1 corresponde al mayor caudal específico (más desfavorable hidráulicamente), tanto para el dimensionamiento del vertedero como del canal colector y el rápido.

Tabla 3.3-5. Dimensiones evacuador de crecidas

1.1	1.641,10	65,00	25,25	20,00	75,74
1.1.a(*)	1.654,20	75,00	22,06	25,00	66,17
1.1	2.686,10	110,00	24,42	20,00	47,00
1.2	2.472,00	105,00	23,54	18,00	45,00
1.3(*)	2.337,50	100,00	23,38	15,00	42,00
2.1	2.686,10	110,00	24,42	20,00	47,00
2.2	2.472,00	105,00	23,54	18,00	45,00
2.3(*)	2.337,50	100,00	23,38	15,00	42,00

Fuente: Elaboración propia



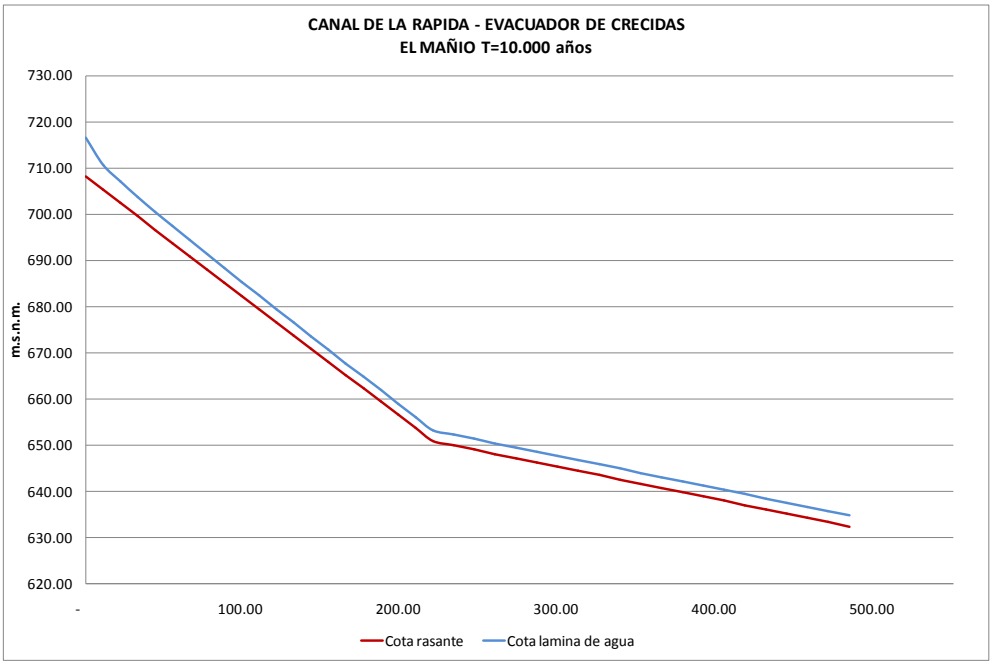
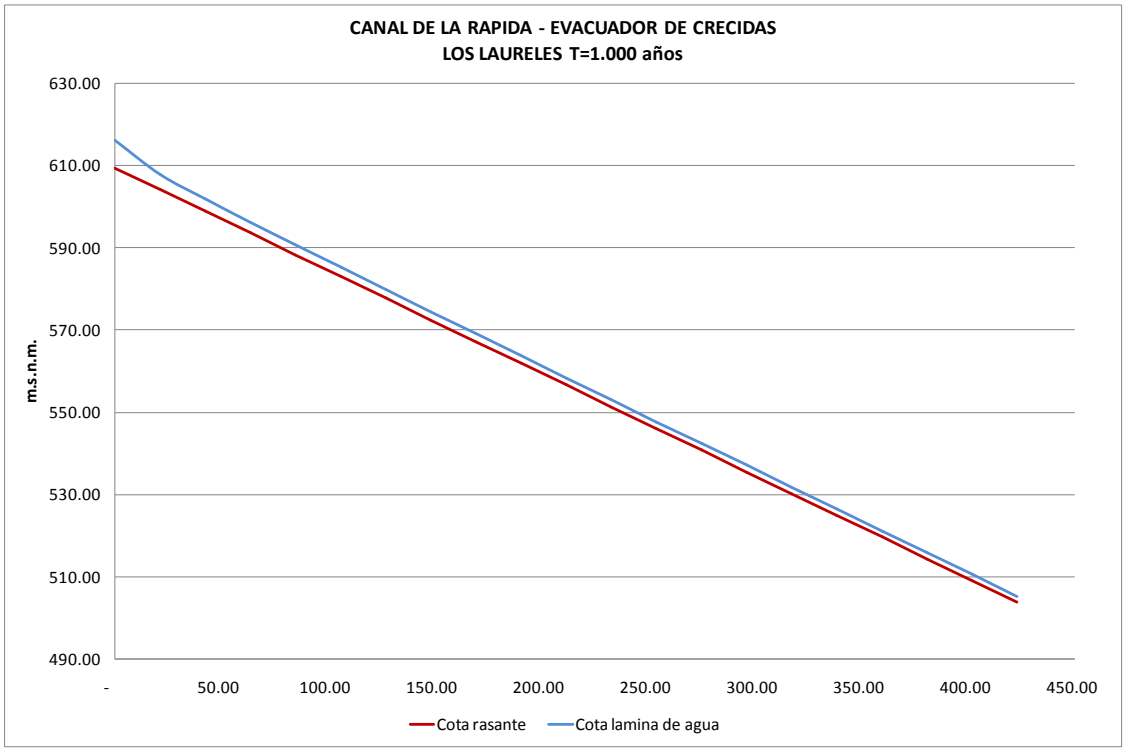


Figura 3.3-8. Eje hidráulico Rápidos. El Mañío. Manning n=0,014
Fuente: Elaboración propia



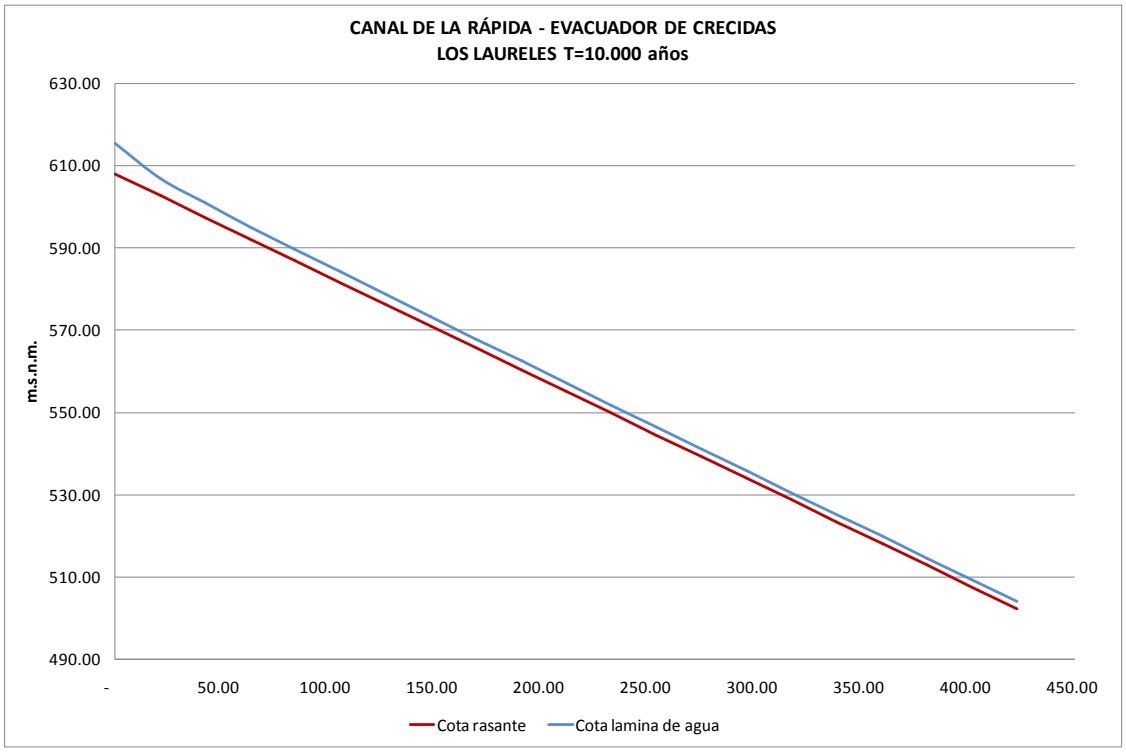


Figura 3.3-9. Eje hidráulico Rápidas. Los Laureles. Manning n=0,014
Fuente: Elaboración propia

Para determinar la altura de los muros de la rápida del evacuador de crecidas, se ha realizado su análisis hidráulico mediante el software Hec-Ras. De la simulación se pueden obtener las principales características hidráulicas de su funcionamiento (Q_{salida} para $T_{1.000}$), entre ellas, sus calados a lo largo del perfil longitudinal de la rápida del evacuador de crecidas, como se muestra gráficamente en la Figura 3.3-10. Los resultados de Hec-Ras y la comprobación de revanchas se recogen en el Anexo ING02.

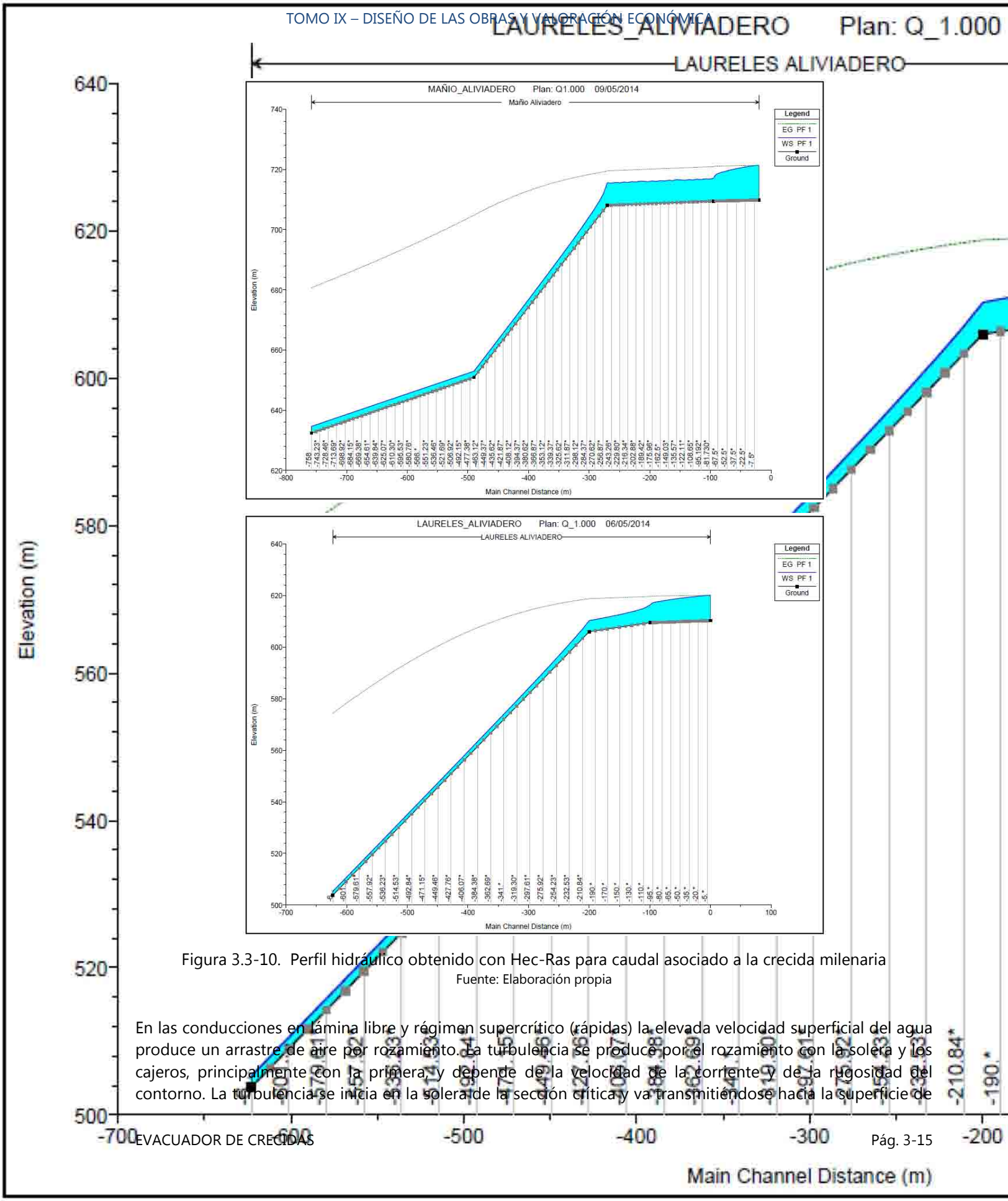


Figura 3.3-10. Perfil hidráulico obtenido con Hec-Ras para caudal asociado a la crecida milenaria

Fuente: Elaboración propia

En las conducciones en lámina libre y régimen supercrítico (rápidas) la elevada velocidad superficial del agua produce un arrastre de aire por rozamiento. La turbulencia se produce por el rozamiento con la solera y los cajeros, principalmente con la primera, y depende de la velocidad de la corriente y de la rugosidad del contorno. La turbulencia se inicia en la solera de la sección crítica y va transmitiéndose hacia la superficie de

la lámina conforme progresa la corriente hacia agua abajo, formando una capa límite que, si el recorrido es suficiente puede llegar a la superficie, a partir de cuyo punto se inicia la intrusión del aire. Esta intrusión se propaga hacia adentro del agua formando otra capa límite hasta que las burbujas alcanzan un estado de equilibrio entre las salientes y las entrantes. Según el espesor y la velocidad de la lámina, la capa emulsionada alcanza el fondo o una profundidad intermedia. El entumecimiento producido por la mezcla agua-aire puede ser notable con las altas velocidades usuales en los aliviaderos, y puede significar un 25% o más, con la consiguiente repercusión en la altura de los cajeros, que es preciso tener en cuenta para evitar desbordamientos en las rápidas abiertas.

En el presente apartado se ha realizado el cálculo de la incorporación de aire al flujo, de forma que el porcentaje medio de aire expresado en volumen de aire con respecto a la unidad de volumen de agua, "C_a" (concentración de aire), según Douma puede estimarse con la siguiente relación:

$$C_a = 10 \cdot \sqrt{0{,}2 \cdot \frac{v^2}{g \cdot R_h}} - 1$$

El aire incorporado produce un esponjamiento del líquido con un aumento de la altura del escurrimiento, de forma que el nuevo calado *hr* se calcula mediante la siguiente expresión, en función del calado *h* obtenido con Hec-Ras:

$$hr' = h \cdot \sqrt{1 + 0{,}01 \cdot C_a}$$

Por otra parte, el Bureau of Reclamation en Design of Small Dams propone la fórmula siguiente, para obtener la revancha necesaria ***r*** en un canal sobre el calado h del agua sin emulsión de aire en función de la velocidad v:

$$\mathrm{r} = 0{,}61 + 0{,}037 \cdot \mathrm{V} \cdot \sqrt[3]{\mathrm{h}}$$

Siendo: ***r*** la revancha mínima (m), ***V*** la velocidad (m/s) y ***h*** el calado (m). De forma que el cajero mínimo debe ser aquel formado por **h'+r,** que contempla tanto el efecto de la aireación como la revancha mínima.

Una vez definidas las alturas de cajero a proyectar, éstas deben ser verificadas para el caudal laminado correspondiente a la avenida de periodo de retorno 10.000 años, de forma que para dicho caudal no se produzcan desbordamientos en el evacuador de crecidas. En la Figura 3.3-11 se recoge el perfil longitudinal de la lámina de agua para el caudal correspondiente a la avenida laminada de 10.000 años, para cada una de las alternativas en el escenario de proyecto.

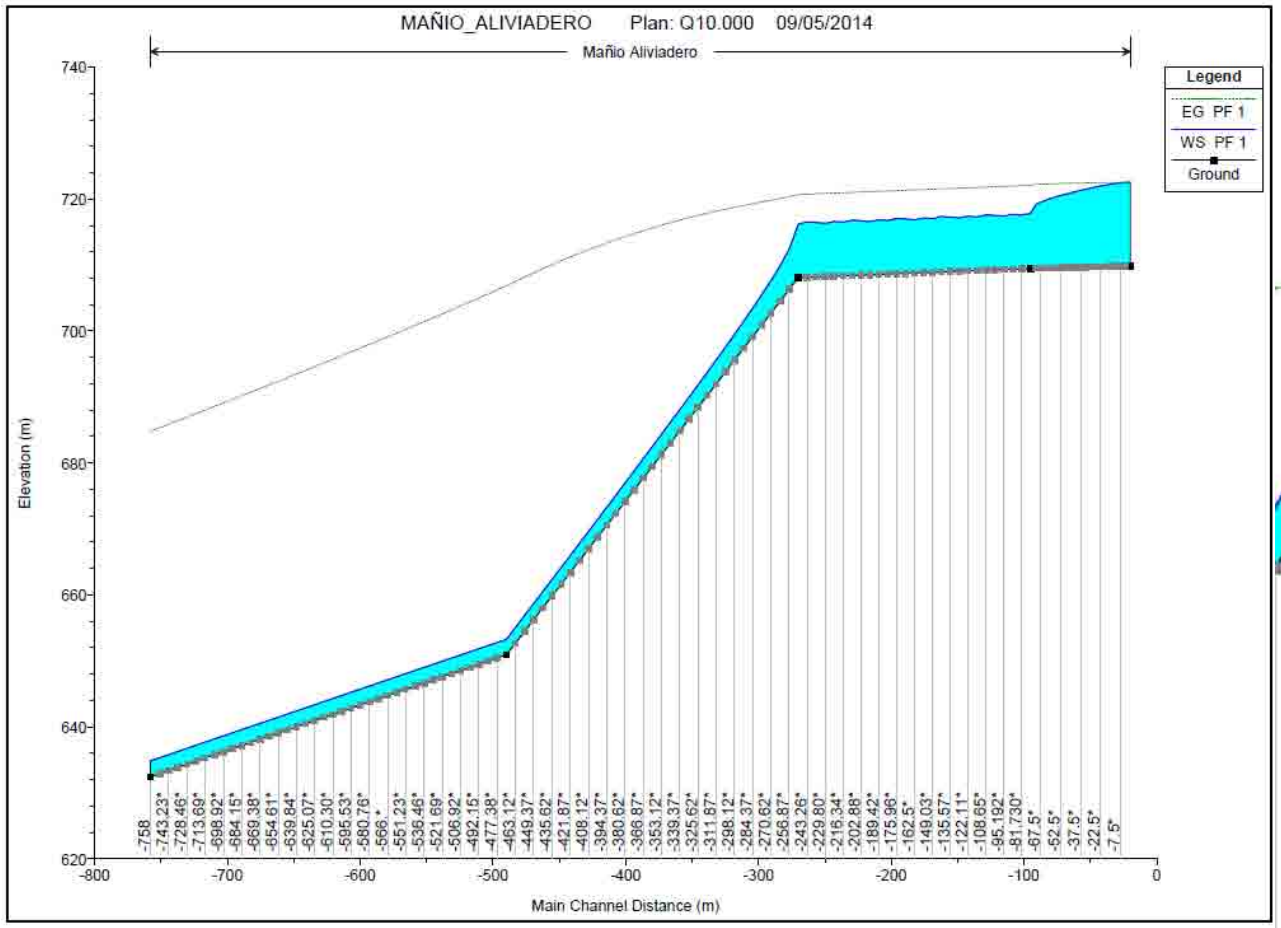


Figura 3.3-11. Perfil hidráulico para caudal asociado a la crecida decamilenaria. Fuente: Elaboración propia.

3.4. OBRA DE RESTITUCIÓN AL CAUCE

Cuesta Lara:

En la presa de Cuesta Lara, los caudales desaguados se restituyen al cauce mediante un trampolín de lanzamiento. La velocidad teórica de llegada al pie del trampolín (aplicando conservación de energías) vendría dada por la siguiente expresión:

$$vt = \sqrt{2g(Z - \frac{H}{2})}$$

vt: velocidad teórica (m/s).
g: aceleración de la gravedad (m/s^2).
Z: Altura total de agua (m).
H: Altura desde el aliviadero (m).

La velocidad de llegada al pie del trampolín se corrige con las tablas obtenidas por el USBR, para pendientes 0,8:1 o superiores, a partir de distintos ensayos en modelo reducido, presentadas en la publicación *"Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators"*, publicado por el U.S. Bureau of Reclamation (USBR), con las que se obtiene un factor corrector de la velocidad teórica estimada con la ecuación anterior, en función de la altura total de la lámina de agua y de la altura del aliviadero. De esta forma, la velocidad de llegada se obtiene multiplicando por el factor corrector C:

$$\frac{va}{vt} = C$$

va: velocidad de llegada al pie del trampolín.
vt: velocidad teórica al pie del trampolín.

Para la avenida T=1.000 años se obtienen los siguientes valores:

H = 5,18 m.
Z = 77,7 m (el punto bajo del aliviadero se encuentra aproximadamente a la cota 649,5).
C = 0,84.

Obteniendo una velocidad de llegada de 38,4 m/s y calado de lámina al comienzo del lanzamiento de 0,8 m.

El máximo alcance se determina con la expresión del trayecto parabólico:

$$y = x\,tg\theta - \frac{x^2}{k \cdot 4\left(\frac{V^2}{2g}\right) cos^2\theta}$$

y: coordenada y (m).
x: coordenada x (m).
θ: ángulo de lanzamiento (25º).
K: coeficiente corrector de 0,85 para tener en cuenta el efector de dispersión del lámina.
v: velocidad de descarga (m/s).

Para calcular el alcance máximo, se estima que el nivel de agua en el río, cuando está desaguando la crecida, está situado aproximadamente a la cota 619,5 m s.n.m., obteniéndose un alcance máximo del lanzamiento de unos 112 m. Debido a las características de la angostura, es necesario dar un giro al final del canal del aliviadero, de tal forma que el lanzamiento se realice sobre el cauce.

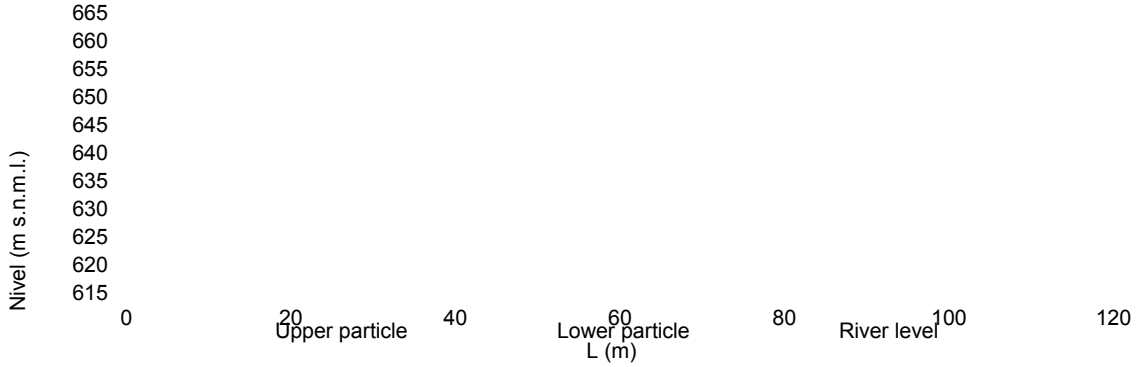


Figura 3.4-1. Alcance del lanzamiento de la avenida de diseño
Fuente: Elaboración propia

Para garantizar que la descarga de caudales pequeños no afecta al pie de presa se comprueba que un caudal de 100 m^3/s obtiene un alcance de unos 60 m, que resulta suficientemente alejado.

Los Laureles y El Mañío:

En las soluciones de El Mañío y Los Laureles, para la restitución al cauce de los caudales desaguados por el evacuador de crecidas se ha definido al final de la rápida un trampolín de ancho igual al ancho del vertedero, con radio de 10 m y ángulo de lanzamiento de 30º en todas las alternativas y para los distintos escenarios definidos. Aguas abajo del trampolín y el aliviadero se dispone una escollera de protección.

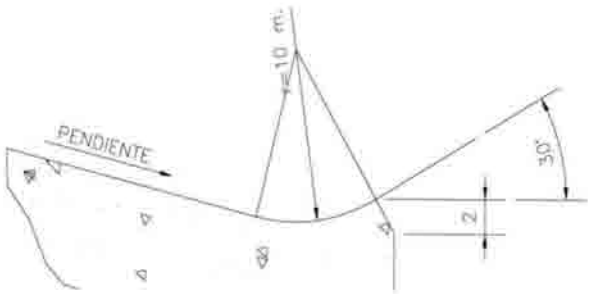


Figura 3.4-2. Esquema del trampolín.
Fuente: Elaboración propia.

Situando el origen de coordenadas en el extremo del trampolín, la ecuación de la trayectoria que sigue el chorro del agua es:

$$y = x \cdot tg\theta - \frac{x^2 \cdot g}{2 \cdot v^2} \cdot sec^2\theta$$

θ = ángulo que forma la tangente al extremo del trampolín con la horizontal.
v = velocidad del agua al final del canal.

Para el caudal asociado a la crecida laminada de proyecto de 1.000 años de periodo de retorno y para la alternativa El Mañío, en la sección final del canal de las rápida la cota de lámina de agua es de 2,14 m y su velocidad de 30,88 m/s, por tanto el alcance será de 114,47 m. En el caso de Los Laureles, la cota de lámina de agua es de 1,49 m y su velocidad de 37,42 m/s, por tanto el alcance será de 185,96 m.

Para el caudal asociado a la avenida laminada de 10.000 años de periodo de retorno, y para la alternativa El Mañío, en la sección final del canal de descarga la cota de lámina de agua es de 2,38 m y su velocidad de 32,037 m/s, por tanto el alcance será de 94,87 m. En el caso de Los Laureles, la cota de lámina de agua es de 1,38 m y su velocidad de 38,72 m/s, por tanto el alcance será de 148,65 m.

4. ALTURA DE PRESA

La cota de coronación de los embalses es la cota más alta obtenida a partir de los siguientes valores:

- Cota lámina de agua avenida de proyecto + revancha por oleaje.
- Cota lámina de agua avenida de proyecto+ revancha por sismo.
- Cota lámina de agua avenida extrema + revancha mínimo (0,50 m).

4.1. REVANCHAS

4.1.1. Revancha por oleaje

La altura de oleaje se refiere al nivel sobre la superficie libre máxima que alcanza una ola después de reventar sobre el talud de aguas arriba durante una tormenta (h_{Ola}). En la determinación de la revancha, se requiere conocer las siguientes variables:

- Dirección de diseño del viento: Se puede suponer fijando el punto en la línea de la ribera opuesta según el mayor trecho del espejo de agua del embalse desde el sitio de la presa.
- Fetch efectivo: El cálculo del fetch efectivo (F) se define como:

$$F = \frac{\sum X_i \cdot COS^2 \alpha_I}{\sum COS\alpha}$$

Donde:

- Xi: Largo de línea "i", desde eje presa hasta ribera (millas)
- αi: Angulo entre la línea "i" y la línea central o de diseño
- F: Fetch Efectivo (millas)

Se adopta una velocidad de viento sobre el agua de 50 mph ("Desing Of Small Dams" del US Bureau of Reclamation) sobre la mayor longitud desde la presa a la ribera opuesta.

Para determinar la altura debido al oleaje se consideran las siguientes expresiones empíricas. El fetch (F) se expresa en millas, la altura debido al oleaje (h_{Ola}) en pies y la velocidad del viento en mph.

Tabla 4.1-1. Expresiones empíricas de cálculo de altura de ola

Stevenson	$h_{Ola} = 2{,}5 + 1{,}5 \times \sqrt{F} - \sqrt[4]{F}$
Molitor	$h_{Ola} = 2{,}5 + 0{,}17\sqrt{v\,F} - \sqrt[4]{F}$
Creager	$h_{Ola} = \frac{F^{0,37}\ v^{0,48}}{3{,}41}$
Bureau of Reclamation	$h_{Ola} = 0{,}075\ (v - 8{,}5)$

Fuente: Elaboración Propia

La revancha corresponde a un 50% (factor de seguridad) sobre la altura máxima calculada: r2=1,50*max(h_{ola}). Con criterio conservador, se han considerado fetch de 4,50 km en El Mañío, 5,00 km en Cuesta Lara y 8,60 km en Los Laureles, obteniéndose las revanchas por oleaje que se recogen en la Tabla 4.1-2, para el escenario 1.1, que es el más desfavorable. No obstante las revanchas que condicionan los diseños, corresponden a las provocadas por sismo.

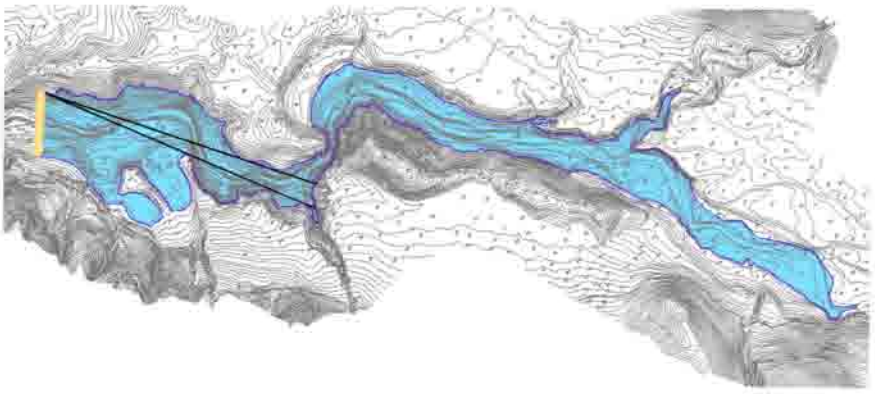


Figura 4.1-1. Determinación del Fetch para la alternativa El Mañío - Fuente: Elaboración propia.

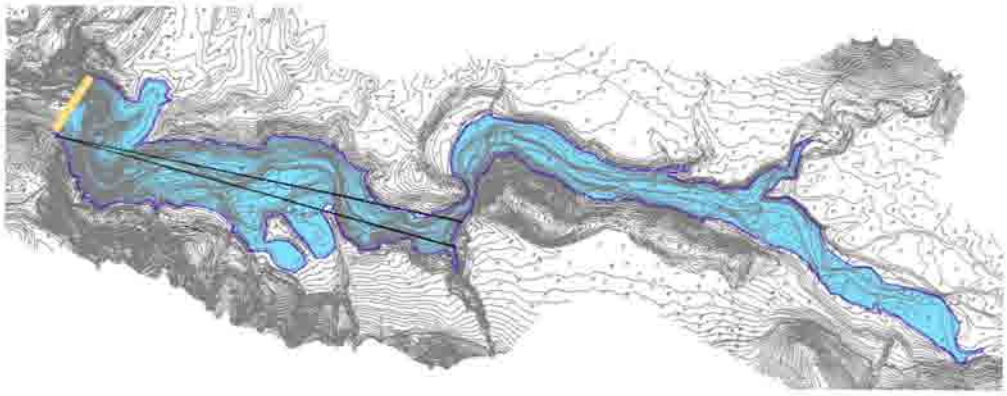


Figura 4.1-2. Determinación del Fetch para la alternativa Cuesta Lara - Fuente: Elaboración propia

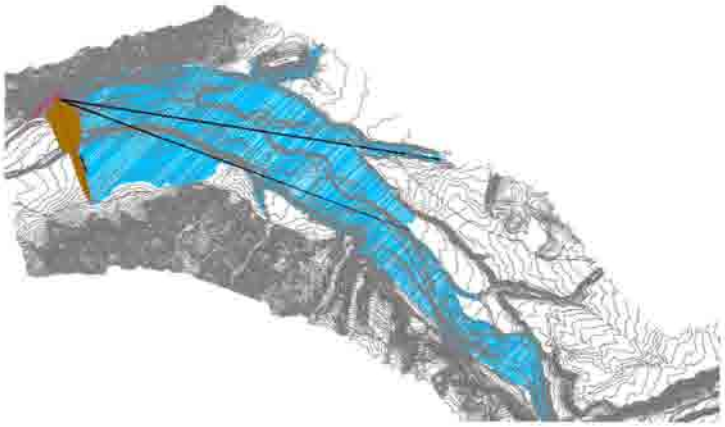


Figura 4.1-3. Determinación del Fetch para la alternativa Los Laureles - Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.1-2. Revancha por ola de viento

Resguardo por Ola viento

El Mañio	F (km)	4.50	2.80	Millas		
	Vd (km/h)	160.00	99.42	Millas/h		
	Iribarren		5.73	Pies	1.75	Metros
	Stevenson		3.72	Pies	1.13	Metros
	Molitor		4.04	Pies	1.23	Metros
	Creager		3.90	Pies	1.19	Metros
	Bureau of Reclamation		6.82	Pies	2.08	Metros
	Revancha		10.23	pies	**3.12**	**metros**
Cuesta Lara	F (km)	5.00	3.11	Millas		
	Vd (km/h)	160.00	99.42	Millas/h		
	Iribarren		5.89	Pies	1.79	Metros
	Stevenson		3.82	Pies	1.16	Metros
	Molitor		4.16	Pies	1.27	Metros
	Creager		4.06	Pies	1.24	Metros
	Bureau of Reclamation		6.82	Pies	2.08	Metros
	Revancha		10.23	pies	**3.12**	**metros**
Los Laureles	F (km)	8.60	5.34	Millas		
	Vd (km/h)	160.00	99.42	Millas/h		
	Iribarren		6.74	Pies	2.05	Metros
	Stevenson		4.45	Pies	1.36	Metros
	Molitor		4.90	Pies	1.49	Metros
	Creager		4.96	Pies	1.51	Metros
	Bureau of Reclamation		6.82	Pies	2.08	Metros
	Revancha		10.23	pies	**3.12**	**metros**

4.1.2. Revancha por sismicidad

Esta revancha se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$h\,sism = K \cdot T \cdot \frac{\sqrt{g \cdot H}}{2\pi}$$

donde:

- K: aceleración sísmica horizontal multiplicada por el coeficiente del terreno.
- T: periodo natural del terremoto en segundos (se toma 1s).
- H: altura máxima del embalse (m).

A efectos de revancha, se considera como sobreelevación máxima debida a ola sísmica (SOS), el valor de la altura de la ola sísmica incrementada en 1 metro.

Tabla 4.1-3. Revancha por ola sísmica

Resguardo por Ola sísmica								
El Mañio							CÁLCULOS	
	a_b =Aceleración sismica básica (máx horizontal)						**0.42**	**g**
	a_C =Aceleración sismica de cálculo:			$a_C=S\cdot\rho\cdot a_b$		a_C=	0.54	g
	T_R = tiempo de retorno						**1000**	**años**
	ρ =Coeficiente adimensional de riesgo			$\rho=(T_R/500)^{0.37}$		ρ =	1.29	
	S= Coeficiente de amplificación del terreno					S=	1.00	
		Si $\rho\cdot a_b$ *< 0.1 g*	*S= C/1.25*					
		Si 0.1 g < $\rho\cdot a_b$ *< 0.4 g*	*S=(C/1.25)+3.33((* $\rho\cdot a_b$ */g)-0.1)*(1-(C/1.25)*					
		Si 0.4 g ≤ $\rho\cdot a_b$	*S=1*					
	C=coeficiente del terreno						1.00	
	Tipo de terreno						**I**	
						Tipo Terreno	*Coeficiente C*	
		Roca				*I*	*1*	
		Grava densa, arena densa, suelo cohesivo duro				*II*	*1.33*	
		Grava, arena no saturada, suelo cohesivo				*III*	*1.8*	
		Suelo cohesivo saturado				*IV*	*1.8*	
		$\rho\cdot a_b$					0.54	g
	T= tiempo sismo (s)						**1.00**	**s**
	Altura Presa de cálculo						**125.00**	**m**
	H_{Sismo} = Ola sismica	$h\,sism = K\cdot T\cdot\frac{\sqrt{g\cdot H}}{2\pi}$					**3.03**	**m**
	SOS + H_S = 1 + H_S						**4.03**	**m**

Resguardo por Ola sísmica								
Cuesta Lara							CÁLCULOS	
	a_b =Aceleración sismica básica (máx horizontal)						**0.42**	**g**
	a_C =Aceleración sismica de cálculo:			$a_C=S\cdot\rho\cdot a_b$		a_C=	0.54	g
	T_R = tiempo de retorno						**1000**	**años**
	ρ =Coeficiente adimensional de riesgo			$\rho=(T_R/500)^{0.37}$		ρ =	1.29	
	S= Coeficiente de amplificación del terreno					S=	1.00	
		Si $\rho\cdot a_b$ *< 0.1 g*	*S= C/1.25*					
		Si 0.1 g < $\rho\cdot a_b$ *< 0.4 g*	*S=(C/1.25)+3.33((* $\rho\cdot a_b$ */g)-0.1)*(1-(C/1.25)*					
		Si 0.4 g ≤ $\rho\cdot a_b$	*S=1*					
	C=coeficiente del terreno						1.00	
	Tipo de terreno						**1**	
		Roca				*1*	*1*	
		Grava densa, arena densa, suelo cohesivo duro				*2*	*1.33*	
		Grava, arena no saturada, suelo cohesivo				*3*	*1.8*	
		Suelo cohesivo saturado				*4*	*1.8*	
		$\rho\cdot a_b$					0.54	g
	T= tiempo sismo (s)						**1.00**	**s**
	Altura Presa de cálculo						**150.00**	**m**
	H_{Sismo} = Ola sismica	$h\,sism = K\cdot T\cdot\frac{\sqrt{g\cdot H}}{2\pi}$					**3.31**	**m**
	SOS + H_S = 1 + H_S						**4.31**	**m**

$$h\,sism = K\cdot T\cdot\frac{\sqrt{g\cdot H}}{2\pi}$$

Resguardo por Ola sísmica

Los Laureles					CÁLCULOS	
a_b =Aceleración sismica básica (máx horizontal)					**0.42**	**g**
a_C =Aceleración sismica de cálculo:		$a_C = S \cdot \rho \cdot a_b$	a_C=		0.54	g
T_R = tiempo de retorno					**1000**	**años**
ρ =Coeficiente adimensional de riesgo		$\rho = (T_R/500)^{0.37}$	ρ =		1.29	
S= Coeficiente de amplificación del terreno			S=		1.00	
	Si $\rho \cdot a_b$ *< 0.1 g*	*S= C/1.25*				
	Si 0.1 g < $\rho \cdot a_b$ *< 0.4 g*	*S=(C/1.25)+3.33((* $\rho \cdot a_b$ */g)-0.1)*(1-(C/1.25)*				
	Si 0.4 g ≤ $\rho \cdot a_b$	*S=1*				
C=coeficiente del terreno					1.00	
Tipo de terreno					**1**	
	Roca			*1*	*1*	
	Grava densa, arena densa, suelo cohesivo duro			*2*	*1.33*	
	Grava, arena no saturada, suelo cohesivo			*3*	*1.8*	
	Suelo cohesivo saturado			*4*	*1.8*	
	$\rho \cdot a_b$				0.54	g
T= tiempo sismo (s)					**1.00**	**s**
Altura Presa de cálculo					**130.00**	**m**
H_{Sismo} = Ola sismica	$h\,sism = K \cdot T \cdot \frac{\sqrt{g \cdot H}}{2\pi}$				**3.09**	**m**
SOS + H_S =	1 + H_S				**4.09**	**m**

$$h\,sism = K \cdot T \cdot \frac{\sqrt{g \cdot H}}{2\pi}$$

4.2. COTA DE CORONACIÓN DE PRESA PROPUESTA

Las revanchas totales para el caudal de diseño se resumen a continuación para cada una de las alternativas de embalse, y como ejemplo el cálculo de la cota de coronación para el escenario 1.1 (escenario de proyecto).

Tabla 4.2-1. Revanchas – Cotas de coronación mínimas

Altura por oleaje	3,12	726,69 + 3,12= 729,81
Altura por ola sísmica	4,03	726,69 + 4,03= 730,72
Diferencia por avenida T 1.000 y T 10.000 años (+ 0,50 m)	0,47 + 0,50	726,69 + 0,90 + 0,50 = 727,66
Altura por oleaje	3,12	727,18 + 3,12 = 730,30
Altura por ola sísmica	4,31	727,18 + 4,31 = 731,49
Diferencia por avenida T 1.000 y T 10.000 años(+ 0,50 m)	0,49 + 0,50	727,18 + 0,49 + 0,50 = 728,17
Altura por oleaje	3,12	625,88 + 3,12 =629,00
Altura por ola sísmica	4,09	625,88 + 4,09 =629,97
Diferencia por avenida T 1.000 y T 10.000 años(+ 0,50 m)	0,97 + 0,50	625,88 + 0,97 + 0,5 =630,47

Fuente: Elaboración propia

La mayor altura de ola se obtiene por el criterio sísmico en las tres propuestas y en todos los escenarios. En base a ello se adopta como cota de coronación de las presas, las recogidas en la Tabla 4.2-2.

Tabla 4.2-2. Cotas de coronación propuestas para las alternativas de embalse estudiadas

1.1	753,00	758,14	758,66	3,12	4,03	762,50
1.1.a(*)	722,00	726,69	727,16			731,00
1.1.a	709,00	714,18	714,69	3,12	4,31	718,50
1.1.b(*)	722,00	727,18	727,67			731,50
1.1	593,00	598,03	598,56	3,12	4,09	602,50
1.2	610,00	614,90	615,42			619,50
1.3(*)	621,00	625,88	626,42			630,50
2.1	593,00	598,03	598,56			602,50
2.2	610,00	614,90	615,42			619,50
2.3(*)	621,00	625,88	626,42			630,50

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo la metodología indicada en el capítulo 2 del presente tomo de este informe, y como consideración constructiva, se calcula el asentamiento por sismo (7,5 grados Richter) para los diferentes tamaños de muro en las tres alternativas.

Tabla 4.2-3. Asentamientos por sismos

0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
127,5	96,0	118,5	131,5	107,5	124,5	135,5
40	40	40	40	40	40	40
0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
0,17	0,21	0,18	0,17	0,20	0,18	0,17

Fuente: Elaboración propia

4.3. OBRA DE PASO SOBRE ALIVIADERO. ALTERNATIVA LOS LAURELES

El puente Malcho será reemplazado por el paso sobre el coronamiento del muro en la alternativa Los Laureles. Para esto, es necesaria la construcción de una estructura de paso sobre el aliviadero propuesto, cuya ubicación y sección del tablero se presenta esquemáticamente en el plano "OH1291-IF-10-PL-HI-01-06-02-LL_Aliviadero" del TOMO X de este estudio.

Las características principales de la obra propuesta son:

- El puente cumple con los actuales estándares de obras viales, especialmente en su capacidad de sobrecarga móvil, definida como HS20-44 + 20%. La calzada, definida es de 6 metros.
- Por condiciones geométricas la longitud se fijó en 50,0 m (nominal), según el eje del camino, sin esviaje. El puente en su longitud total tendrá dos tramos de igual longitud, de 25,0 metros cada tramo, con una cepa o pila intermedia, fundada bajo el radier de hormigón del aliviadero.
- Se estructuró sobre la base de superestructura de 1 tramo, de 25,0 m, con tres vigas metálicas, simplemente apoyadas, que incluyen calzada de 6.00 m (nominal) de ancho útil, sin pasillos peatonales, con defensas camineras y barandillas metálicas en los bordes, sobre los guardarruedas. Tiene losa superior de hormigón armado in situ de 0,19 m. El tablero se apoya en la infraestructura a través de placas de neopreno, ubicadas en los extremos de cada viga y ésta (la viga) anclada a estos (apoyo) mediante barras de anclaje (sísmicas). La infraestructura está constituida por 2 estribos, los cuales son del tipo muro lleno, embebidas en los muros del aliviadero, con zapatas de fundación bajo el mismo.

La valoración económica de estas obras se realizó teniendo en cuenta esta configuración y dimensiones.

5. OBRAS DE DESVÍO DEL RÍO Y DESAGÜES DEL EMBALSE

5.1. OBRAS DE DESVÍO DEL RÍO

Para la construcción de la presa es necesario desviar las aguas del río Longaví de tal forma que nos permita ejecutar la obra principal en seco. Las diferentes tipologías de presa estudiadas requieren de diferentes tipos de desvíos del río, por ello distinguiremos entre el desvío necesario para la construcción de presas de materiales locales y el necesario para presas de hormigón.

El Mañío y Los Laureles

- Caudales de diseño

Para la construcción de la presa es necesario desviar las aguas del río Longaví de tal forma que nos permita ejecutar la obra principal en seco. La crecida de diseño para el desvío del río durante el período de construcción se debe asociar a un período de retorno de modo tal que el riesgo hidrológico no sea mayor al 10%.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Siendo:

R= riesgo asociado (10%).
T= periodo de retorno en años.
n= años de construcción (3 años).

Resolviendo la ecuación se tiene que el caudal de diseño de la obra de desvío debe ser el correspondiente a la avenida de 50 años de periodo de retorno, siendo para las dos alternativas propuestas los caudales que se recogen en la Tabla 5.1-1.

Tabla 5.1-1. Caudales correspondientes al diseño de los desvíos de río

$Q_{50\ años}$ = 1.362 m^3/s	$Q_{50\ años}$ = 2.315,10 m^3/s

Fuente: Elaboración propia

- Dimensionamiento de las obras

El desvío del río se plantea para la tipología de presas propuesta, mediante un doble túnel con capacidad suficiente para evacuar los caudales correspondientes a la avenida de T=50 años, recogidos en la Tabla 3.2-35, lo que implica disponer de dos túneles de sección en herradura de ancho 9 m y banqueta de 4,50 m para El Mañío y 11 m para Los Laureles y banqueta de 5,00 m para Los Laureles, según el esquema de la Figura 5.1-1. El hecho de que se dimensionen dos túneles responde a la necesidad de su posterior utilización como desagüe de fondo y toma de agua. Además se proyecta una ataguía en tierras con taludes 1,8:1 en ambos lados y un ancho de coronación de 5 m. La altura de las ataguías se obtiene a partir de los cálculos de la curva de descarga de las galerías cuyo resumen se recoge en la Tabla 5.1-2 y Tabla 5.1-3 y en el Anexo 2. Los detalles de las galerías así como de la ataguía propuesta se recogen en los planos.

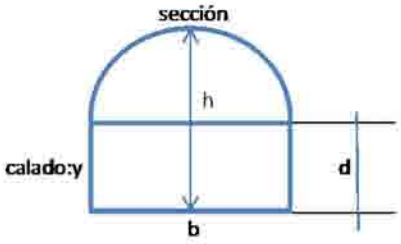


Figura 5.1-1. Sección de túnel de desvío Fuente: Elaboración propia.

El diseño de cada uno de los túneles se obtiene en función del caudal necesario de desagüe (2 x 681,00 m^3/s en El Mañío y 2 x 1.157,55 m^3/s en Los Laureles) funcionando en lámina libre. La cota de arranque considerada para la solera de los túneles con la que se calcula la cota de coronación de la ataguía es la 640 m s.n.m en El Mañío y 500 m s.n.m en Los Laureles.

Aplicando el criterio anterior se obtiene la cota de coronación de ataguía a construir, siendo ésta 665 m s.n.m. para El Mañío y 528 m s.n.m. para Los Laureles. A continuación se incluye el resumen del cálculo hidráulico correspondiente. En el Anexo 2 se recogen los cálculos hidráulicos de las galerías así como de las ataguías propuestas.

Tabla 5.1-2 . Curva de descarga para una galería con caudal mínimo $Q=Q_{50}/2$ (m^3/s). **EL MAÑÍO**

0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,06	0,00	0,00	4,50	10,00	0,45	0,59	16,88	3,75	9,00	0,50	1,69	8,31	648,31
1,00	0,11	0,00	0,00	9,00	11,00	0,82	0,87	50,30	5,59	9,00	1,00	1,79	9,86	649,86
1,50	0,17	0,00	0,00	13,50	12,00	1,13	1,08	93,29	6,91	9,00	1,50	1,80	11,37	651,37
2,00	0,22	0,00	0,00	18,00	13,00	1,38	1,24	142,86	7,94	9,00	2,00	1,79	12,80	652,80
2,50	0,28	0,00	0,00	22,50	14,00	1,61	1,37	197,23	8,77	9,00	2,50	1,77	14,15	654,15
2,65	0,29	0,00	0,00	23,85	14,30	1,67	1,41	214,29	8,99	9,00	2,65	1,76	14,54	654,54
3,15	0,35	0,00	0,00	28,35	15,30	1,85	1,51	273,24	9,64	9,00	3,15	1,73	15,78	655,78
3,50	0,39	0,00	0,00	31,50	16,00	1,97	1,57	316,12	10,04	9,00	3,50	1,71	16,61	656,61
4,00	0,44	0,00	180,00	36,00	17,00	2,12	1,65	379,28	10,54	9,00	4,00	1,68	17,74	657,74
4,50	0,50	0,00	180,00	40,50	18,00	2,25	1,72	444,28	10,97	9,00	4,50	1,65	18,81	658,81
5,00	0,56	0,11	192,76	44,99	15,30	2,94	2,05	589,91	13,11	8,94	5,03	1,87	22,47	662,47
5,50	0,61	0,22	205,68	49,43	16,32	3,03	2,09	661,06	13,37	8,77	5,63	1,80	23,40	663,40
6,00	**0,67**	**0,33**	**218,94**	**53,75**	**17,36**	**3,10**	**2,12**	**729,42**	**13,57**	**8,49**	**6,33**	**1,72**	**24,22**	**664,22**
6,50	0,72	0,44	232,78	57,89	18,44	3,14	2,14	792,78	13,69	8,06	7,18	1,63	24,93	664,93
7,00	0,78	0,56	247,50	61,78	19,60	3,15	2,15	848,52	13,73	7,48	8,26	1,53	25,49	665,49
7,50	0,83	0,67	263,62	65,34	20,87	3,13	2,14	893,43	13,67	6,71	9,74	1,40	25,89	665,89
8,50	0,94	0,89	305,47	70,92	24,15	2,94	2,05	929,00	13,10	4,12	17,20	1,01	25,95	665,95
8,50	0,94	0,89	305,47	70,92	24,15	2,94	2,05	929,00	13,10	4,12	17,20	1,01	25,95	665,95

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.1-3. Curva de descarga para una galería con caudal mínimo $Q=Q_{50}/2$ (m^3/s). **LOS LAURELES**

0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,05	0,00	0,00	5,50	12,00	0,46	0,59	19,50	3,54	11,00	0,50	1,60	7,35	507,35
1,00	0,09	0,00	0,00	11,00	13,00	0,85	0,89	58,68	5,33	11,00	1,00	1,70	8,82	508,82
1,50	0,14	0,00	0,00	16,50	14,00	1,18	1,12	109,78	6,65	11,00	1,50	1,74	10,29	510,29
2,00	0,18	0,00	0,00	22,00	15,00	1,47	1,29	169,34	7,70	11,00	2,00	1,74	11,71	511,71
2,50	0,23	0,00	0,00	27,50	16,00	1,72	1,43	235,29	8,56	11,00	2,50	1,73	13,06	513,06
3,00	0,27	0,00	180,00	33,00	17,00	1,94	1,56	306,20	9,28	11,00	3,00	1,71	14,35	514,35
3,50	0,32	0,00	180,00	38,50	18,00	2,14	1,66	381,10	9,90	11,00	3,50	1,69	15,58	515,58
4,00	0,36	0,00	180,00	44,00	19,00	2,32	1,75	459,24	10,44	11,00	4,00	1,67	16,75	516,75
4,50	0,41	0,00	180,00	49,50	20,00	2,48	1,83	540,06	10,91	11,00	4,50	1,64	17,87	517,87
5,00	0,45	0,00	180,00	55,00	21,00	2,62	1,90	623,13	11,33	11,00	5,00	1,62	18,94	518,94
5,50	0,50	0,00	180,00	60,50	22,00	2,75	1,96	708,10	11,70	11,00	5,50	1,59	19,97	519,97
6,00	0,55	0,09	190,43	65,99	17,30	3,81	2,44	960,63	14,56	10,95	6,02	1,89	25,05	525,05
6,50	0,59	0,18	200,95	71,44	18,31	3,90	2,48	1.055,69	14,78	10,82	6,60	1,84	25,95	525,95
7,00	0,64	0,27	211,65	76,79	19,34	3,97	2,51	1.148,27	14,95	10,58	7,26	1,77	26,77	526,77
7,50	**0,68**	**0,36**	**222,65**	**82,01**	**20,39**	**4,02**	**2,53**	**1.236,48**	**15,08**	**10,25**	**8,00**	**1,70**	**27,50**	**527,50**
8,00	0,73	0,45	234,07	87,02	21,49	4,05	2,54	1.318,25	15,15	9,80	8,88	1,62	28,13	528,13
8,50	0,77	0,55	246,11	91,78	22,65	4,05	2,54	1.391,17	15,16	9,22	9,96	1,53	28,65	528,65
9,00	0,82	0,64	259,04	96,21	23,89	4,03	2,53	1.452,37	15,10	8,49	11,34	1,43	29,03	529,03
9,50	0,86	0,73	273,32	100,23	25,26	3,97	2,51	1.498,12	14,95	7,55	13,28	1,31	29,26	529,26

Fuente: Elaboración propia

- Obras complementarias de desvío del río

Tanto al inicio como al final de las galerías (túneles) será necesario ejecutar dos canales que conduzcan las aguas desde el río hasta el comienzo de la obra de desvío propiamente dicha y viceversa.

Una vez completada la obra principal se procederá al cierre del desvío del río mediante la instalación de ataguías en las guías previstas a tal efecto, en las dos torres, y posterior hormigonado de los tapones. Este cierre permitirá acometer las obras de acondicionamiento de los dos túneles para utilización como desagüe de fondo y obra toma.

Cuesta Lara

Para elegir la crecida de diseño para el desvío del río se estima el periodo de retorno asociado a un riesgo que no sea mayor del 20% admitido para presas de hormigón.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Siendo:

R= riesgo asociado (20 %)
T= periodo de retorno en años
n= años de construcción (2 años)

Para el diseño de los elementos hidráulicos que constituyen el desvío del río, se ha adoptado como caudal de diseño el correspondiente a 10 años de periodo de retorno. Este caudal, supone un valor de 1.118,8 m^3/s.

El esquema de desvío del río propuesto consiste en la construcción de una ataguía aguas arriba de la cerrada, situada a unos 40 m de la presa, de tal forma que se disponga de espacios suficiente para la realización de los trabajos, y un canal de desvío. El canal de desvío se plantea por la margen izquierda debido a que el talud de la margen derecha del río es más vertical, lo que implicaría mayores excavaciones.

La ataguía consiste en un azud de hormigón con sección trapecial, de 5 m de ancho en coronación y talud 0,8H:1V en el paramento aguas abajo. En la margen izquierda de la ataguía se dispone de una apertura lateral desde donde parte el canal de desvío. La embocadura consiste en un pequeño azud o vertedero, con el labio situado a la cota 605 m s.n.m. Una vez superada la cresta de vertido se produce un descenso de la lámina, mediante un perfil hidráulico de talud 0.8:1, cuyo pie se sitúa a la cota 603 m s.n.m., desde donde parte el canal propiamente dicho. El vertedero tiene una longitud de 14 m y su finalidad es asegurar la formación de la sección de control en el entorno del labio del mismo.

Para el cálculo de la capacidad de vertido del umbral se utiliza la siguiente formulación:

$$Q = Cd \cdot L \cdot H^{3/2}$$

Q = Caudal desaguado.
Cd = Coeficiente de desagüe.
L = Longitud del labio de vertido.
H = Carga total de energía.

Para tener en cuenta los efectos de la profundidad de llegada y del posible anegamiento del vertido se considera una reducción del valor teórico del coeficiente de desagüe. Se adopta un valor de 1,7 en lugar del 2,1 teórico, quedando por lo tanto el cálculo del lado de la seguridad.

El valor de la línea de energía en el vertido para el caudal considerado es:

$$H = \left(\frac{Q}{Cd \cdot L}\right)^{2/3} = \left(\frac{1.118,8}{1,7 \cdot 14}\right)^{2/3} = 13\,m$$

Luego la cota de energía se situaría a la cota 618 m s.n.m. Adoptando una revancha de 2 m, la cota de la ataguía se sitúa a la cota 620 m s.n.m.

Se ha realizado una comprobación en caso de presentarse la avenida correspondiente al T20, con un caudal punta de 1.228 m^3/s. En este caso se obtiene un valor de H = 14 m y por lo tanto se comprueba que la altura de ataguía adoptado es suficiente para mantener segura la zona de trabajo incluso en el caso de presentarte esta avenida mayor.

El canal de desvío comienza en la margen izquierda de la ataguía con una sección rectangular de 14 m de ancho y 9 m de altura. Al comienzo del canal la elevación de la solera se sitúa a la cota 603 m s.n.m., y tiene una pendiente del 1%. El canal de desvío cruza el cuerpo de presa, donde es dividido en dos portillos de 6,5 m de ancho cada uno, mediante un muro de 1 m de espesor. Una vez que el canal sale del cuerpo de presa, el agua se restituye al río Longaví, protegiéndose la zona de trabajo aguas abajo mediante unos muros situados a la cota 612 m s.n.m.

Se ha calculado el funcionamiento del canal de desvío en el interior del cuerpo de presa considerando una sección dividida en dos canales de 6,5 m de ancho y 9 m de alto, por un muro de 1 m de espesor, y una pendiente del 1%, obteniéndose los resultados que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5.1-4. Curva de descarga para el canal de desvío en el interior de la presa

0	0,00	0,00	0,00	0,00	117,00	0
100	1,13	6,83	14,60	17,51	117,00	12
200	1,81	8,50	23,50	20,24	117,00	20
300	2,41	9,56	31,40	22,66	117,00	27
400	2,98	10,32	38,70	24,92	117,00	33
500	3,52	10,92	45,80	27,09	117,00	39
600	4,05	11,40	52,70	29,20	117,00	45
700	4,57	11,79	59,40	31,26	117,00	51
800	5,07	12,13	65,90	33,29	117,00	56
900	5,57	12,42	72,40	35,29	117,00	62
1.000	6,07	12,68	78,90	37,27	117,00	67
1.100	6,56	12,90	85,20	39,23	117,00	73
1.118	**6,65**	**12,94**	**86,4**	**39,59**	**117,00**	**74**
1.200	7,04	13,11	91,6	41,17	117,00	78
1.300	7,53	13,29	97,8	43,11	117,00	84

Fuente: Elaboración propia

El calado máximo obtenido para el caudal de diseño es de 6,65 m, que supone un llenado del canal del 74%, inferior al 80% recomendado para el funcionamiento de un conducto en lámina libre. Asimismo se comprueba que para una avenida del orden de unos 1.200 m^3/s, asociado a un periodo de retorno T20, también se garantizaría el funcionamiento de la conducción en lámina libre.

La elevación del canal de desvío en el interior del cuerpo de presa, está condicionado por la situación de la galería perimetral, dejándose una distancia mínima de 1 m entre la solera del canal de desvío y la galería perimetral.

La excavación del canal de desvío se encuentra por encima del nivel del río, por lo que se puede comenzar la construcción del canal del desvío y del bloque donde se dejarán los portillos, durante la época de caudales bajos.

Cuando la presa esté completamente construida y los elementos de desagüe instalados, la entrada del desvío del río se cerrará con una ataguías, usando las guías que se dejan aguas arriba de las galerías de desvío, y se podrecerá al relleno de los portillos con hormigón.

5.2. OBRAS DE CAPTACIÓN, ENTREGA Y DESAGÜE

Análogamente a los desvíos del río, las obras de captación, entrega y desagüe se diferencian según tipologías de presa, materiales locales u hormigón.

El Mañío y Los Laureles.

- Obra de toma y desagüe de fondo

Los órganos de desagüe propuestos corresponden al desagüe de fondo y la toma, el primer de ellos con objeto de garantizar la seguridad de las obras en caso de tener que proceder a un desembalse rápido, y el segundo con objeto de suministrar las demandas (riego y caudal ecológico) objeto del proyecto.

El desagüe de fondo y toma se componen, cada uno de ellos, de la torre de toma, la galería o túnel según su perfil longitudinal respecto al terreno, la cámara de compuertas y la obra de restitución al río. Tanto la torre como la galería o túnel se han ejecutado en una primera fase para el desvío del río. En la segunda fase se completan las instalaciones para su utilización como tal.

La torre del **desagüe de fondo** debe colocarse a una cota superior o igual a la correspondiente al volumen muerto del embalse, sin embargo, para garantizar un agua de mayor calidad, es recomendable que la cota de la embocadura de la **torre de toma** se sitúe a una cota superior al desagüe de fondo. Las cotas obtenidas son las que se recogen en la Tabla 5.2-1.

Tabla 5.2-1. Cotas torres de toma y desagüe de fondo

EL MAÑÍO	1,29	661,00	661,00	663,00
LOS LAURELES	2,06	517,50	517,50	519,50

Fuente: Elaboración propia

Para el dimensionamiento de la toma de agua se ha considerado el caudal máximo instantáneo demandado, obtenido como el valor máximo mensual de la suma del caudal por demanda de riego y el caudal ecológico correspondiente, tal y como se recoge en el ejemplo realizado para el Escenario 1.1 de Los Laureles que se recoge en la Tabla 5.2-2.

Tabla 5.2-2. Ejemplo del cálculo del caudal de diseño de las obras de toma – Los Laureles

LOS LAURELES	DDAS	24,80	21,00	21,00	21,00	21,00	21,01	29,10	44,24	56,22	48,59	43,00	37,20	388,16	56,22
	Q ECO	1,42	2,61	3,91	4,73	4,33	6,71	6,71	6,71	5,12	4,57	2,38	2,38	51,58	6,71
	BY-PASS	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,22	0,24	0,49	5,40	0,49
	TOTAL	26,72	24,10	25,40	26,22	25,82	28,21	36,30	51,44	61,83	53,38	45,62	40,07	445,14	**61,83**

Fuente: Elaboración propia

Aplicando el procedimiento anterior para ambas alternativas y escenarios, se obtienen los caudales de las tomas que se recogen en la Tabla 5.2-3.

Tabla 5.2-3. Caudales de toma (m^3/s)

EL MAÑÍO	40,52
LOS LAURELES	61,83

Fuente: Elaboración propia

A partir de los caudales anteriores, se definen las obras de toma en base al nivel mínimo de las mismas (establecido 663,00 m s.n.m en El Mañío y 519,50 m s.n.m. en Los Laureles) y aplicando Bernoulli se obtiene:

$$Ze = Zc + \Delta h$$

Donde:

Ze= cota de embalse mínimo = 663 m s.n.m. (El Mañío) y 519,50 m s.n.m. (Los Laureles).
Zc= cota eje salida toma = 635 m s.n.m. (El Mañío) y 500 m s.n.m. (Los Laureles).
Δh=perdidas de carga de todos los componentes de la conducción.

Considerando las pérdidas en la hipótesis más desfavorable (conducción forzada entre cámara de compuertas y caseta de válvulas) se obtienen los siguientes valores, para un diámetro de conducción de 1.600 mm para El Mañío y 1.800 mm para Los Laureles:

Tabla 5.2-4. Comprobación hidráulica obra de toma

663	23,33 m^3/s	46,66 m^3/s	519,50	34,10 m^3/s	68,20 m^3/s
722 (N.M.N)	39,24 m^3/s	78,48 m^3/s	621 (N.M.N)	78,05 m^3/s	156,09 m^3/s

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al desagüe de fondo su dimensionamiento está condicionado al tiempo necesario para el vaciado del embalse. A efectos del presente estudio preliminar se ha adoptado unos diámetros de conducciones y valvulería de 1.800 mm.

Sistema de compuertas

A la salida de la obra de desvío se prevé la construcción de una cámara de compuertas para el desagüe de fondo y otra para la toma, donde se instalarán los siguientes elementos:

a) Desagües de fondo:

- **Tapón** para efectuar la transición entre el túnel y la sección de regulación. La sección hidráulica del túnel pasa a una doble sección de 1,60x1,60 m para El Mañío y 1,50x1,50 m para Los Laureles, permitiendo la instalación de las correspondientes compuertas.
- **Compuertas**: Se instalarán dos compuertas iguales por conducto, la primera de mantenimiento y la segunda de regulación. Dichas compuertas serán de tipo Bureau de dimensiones 1,60x1,60 m para El Mañío y 1,80x1,80 m para Los Laureles.

b) Conducto de toma:

- **Tapón** para efectuar la transición entre el túnel y la sección de regulación. La sección hidráulica del túnel pasa a una doble sección circular de Ø1.600 mm para El Mañío y Ø 1.800 mm para Los Laureles, permitiendo la instalación de las correspondientes compuertas.
- **Compuertas**: Se instalará en cada conducto una compuerta tipo Bureau para mantenimiento y una válvula tipo Howell-Bunger para regulación. En la alternativa El Mañío las compuertas Bureau serán 1,60x1,60 m y en Los Laureles 1,80x1,80 m. Las válvulas Howell son de Ø 1.600 mm en El Mañío y de Ø1.800 mm en Los Laureles.
- **Para suministro de caudal ecológico (y posible central)**: en ambas soluciones (Los Laureles y El Mañío) se prevé una derivación adicional independiente y centrada entre ambos conductos hidráulicos, desde el tapón de hormigón, con diámetro Ø 600 mm y la instalación de una válvula de guarda tipo mariposa Ø600 mm. Aguas debajo de la válvula de guarda se dispondrá una bifurcación con salida en T del mismo diámetro Ø600 hacia la posible central hidroeléctrica, con otra válvula mariposa y brida ciega. La conducción principal continuará centrada entre los conductos de salida de la toma, finalizando con una válvula Howell-Bunger Ø600 mm en ambas alternativas.

- Obras de entrega

La incorporación del caudal a través del desagüe de fondo y de la toma alcanza elevadas velocidades, por lo que se propone la ejecución de un cuenco disipador de energía tipo USBR que permite la entrega al río sin provocar erosiones.

Para estas obras se considera la máxima energía con la que podría llegar el flujo para el caudal de diseño.

El USBR propone distintos tipos de cuencos disipadores de acuerdo al Fr y a la velocidad del flujo.

En este caso el cuenco tipo II del USBR cumple con las velocidades mínimas y el Nº de Froude requerido. Estas restricciones son:

- v máx (m/s) > 18 m/s
- Nº de Froude > 4,5

En la alternativa El Mañío:

Q_1=	39,24	m^3/s
Y_1=	1,6	m
V_1=	19,52	m/s
f=	4,93	
Y_2(conj)=	10,38	m

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8 \times F_1^2} - 1 \right)$$

En la alternativa Los Laureles:

Q_1=	78,045	m^3/s
Y_1=	1,9	m
V_1=	27,53	m/s
f=	6,38	
Y_2(conj)=	16,21	m

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8 \times F_1^2} - 1 \right)$$

- **Diseño preliminar de las dimensiones del cuenco disipador en El Mañío:**

Las dimensiones del cuenco necesario en la alternativa El Mañío se presentan en la Tabla 5.2-5.

Tabla 5.2-5. Dimensiones de cuenco disipador de energía tipo II (USBR)

y1=h1 (y1 altura conjugada) (m)	39,24
h1 adoptado (m)	39,30
w1 adoptado (ancho diente) (m)	39,30
Nº w1 (uni)	39,24
b (ancho estanque) (m)	78,48
s1 adoptado (ancho entre dientes) (m)	39,30
s1' (ancho entre diente y muro) (m)	19,65
N dientes (chute blocks) (un)	39,00

y2 (m) altura conjugada	4,90
1.05*y2	5,20
h3 (m) altura normal aguas abajo	0,00
h3 + grada	1,30
h2 (altura diente fin de Tanque) (m)	1,00
h2 adoptado	1,00
LIII (largo Tanque) (m)	21,20
LIII adoptado (m)	21,50
w2 (ancho de dientes) (m)	0,74
w2 adoptado (m)	1,00
Nº w2 (u)	39,00
s2 (espacio entre dientes) (m)	0,74
s2 adoptado(m)	1,00
Nº w2 (u)	39,00
u=0.02*y2 (ancho superior del diente) (m)	0,10
u adaptado (m)	0,10

Fuente: Elaboración propia

- **Diseño preliminar de las dimensiones del cuenco disipador. Los Laureles**

Las dimensiones del cuenco necesario en la alternativa Los Laureles se presentan en la Tabla 5.2-6.

Tabla 5.2-6. Dimensiones de cuenco disipador de energía tipo II (USBR)

y1=h1 (y1 altura conjugada) (m)	1,90
h1 adoptado (m)	1,90
w1 adoptado (ancho diente) (m)	1,90
Nº w1 (uni)	5,5
b (ancho estanque) (m)	11
s1 adoptado (ancho entre dientes) (m)	1,90
s1' (ancho entre diente y muro) (m)	0,95
N dientes (chute blocks) (un)	6

y2 (m) altura conjugada	16,20
1.05*y2	17,00
h3 (m) altura normal aguas abajo	1,758
h3 + grada	1,80
h2 (altura diente fin de Tanque) (m)	3,20
h2 adoptado	3,30
LIII (largo Tanque) (m)	69,70
LIII adoptado (m)	70,00
w2 (ancho de dientes) (m)	2,43
w2 adoptado (m)	2,50
N° w2 (u)	2,00
s2 (espacio entre dientes) (m)	2,43
s2 adoptado(m)	2,50
N° w2 (u)	2,00
u=0.02*y2 (ancho superior del diente) (m)	0,32
u adaptado (m)	0,40

Fuente: Elaboración propia

Cuesta Lara

En la presa de Cuesta Lara, los elementos de desagüe están incluidos en el cuerpo de presa. Se propone la construcción de dos conductos de 1.400 mm de diámetro, para realizar las funciones de desagüe de fondo y toma, de tal forma que se usarán tanto para garantizar la seguridad de las obras en el caso de tener que proceder a un desembalse rápido, como para suministrar las demandas de riego y caudal ecológico objeto del proyecto.

Para poder desaguar el caudal ecológico cuando no es necesario abastecer las demandas de riego, se dispone de un conducto de 800 mm de diámetro.

El desagüe de fondo y toma, se sitúan por encima del volumen de embalse muerto (aproximadamente a la cota 638 m s.n.m.), para garantizar el funcionamiento de este elemento.

La embocadura de los conductos se ubica en el paramento aguas arriba, protegida por una reja. En cada conducto se disponen dos compuertas, una válvula compuerta de paso circular y asiento plano de seguridad (por conducto) situada en la cámara de válvulas del interior de cuerpo de presa, y una compuerta de regulación (por conducto) tipo Howell Bunger, a la salida de los tubos en el paramento aguas abajo de la presa, para la restitución de los caudales al cauce.

Para el cálculo de la capacidad de desagüe del desagüe de fondo y toma se aplica la ecuación de Bernouilli:

$$Z_1 = Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h_{1-2}$$

Donde:

Z_1: Elevación de la cota de embalse (m s.n.m.).
Z_2: Elevación del eje del conducto (m s.n.m.).
v_2: Velocidad a la salida (m/s).
h_{1-2}: Pérdidas de carga (m).

Las pérdidas consideradas para el cálculo de la curva de descarga son:

- Pérdidas de fricción en la conducción.
- Entrada.
- Reja.
- Compuertas.

Las pérdidas de carga se pueden definir en función del caudal según la siguiente expresión:

$$h_i = k_i + \frac{v^2}{2g} = k_i \cdot \frac{Q^2}{A^2 \cdot 2g}$$

Donde:

k_i: Coeficiente de pérdidas.
Q: Caudal (m^3/s).
A: Área de la sección (m^2).

Las pérdidas de fricción se han estimado usando la formulación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot L = \frac{f}{D} \cdot \frac{Q^2 \cdot L}{A^2 \cdot 2g}$$

Donde:

h_f: Pérdidas por fricción (m).
f: Coeficiente de Darcy.
D: Diámetro de la tubería (m).
Q: Caudal (m^3/s).
A: Área de la sección (m^2).
L: Longitud de la tubería (m).

El coeficiente de fricción depende la rugosidad relativa (δ) y del número de Reynolds. La rugosidad (ε) usualmente adoptada para tuberías de acero es 0,3 mm. La rugosidad relativa se obtiene como δ = ε/D.

Los coeficientes adoptados para las pérdidas localizadas se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 5.2-7. Coeficiente k de pérdidas

Entrada	0,10
Reja	0,98
Guía de la compuerta Bureau (totalmente abierta)	0,10

Fuente: Elaboración propia

El caudal evacuado por la válvula Howell Bunger de salida se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = C_d A \sqrt{2gZ}$$

Siendo:

Q: Caudal (m^3/s).
C_d: Coeficiente de desagüe que en el caso de una compuerta Howell Bunger abierta al 100% es 0,85.
A: Área de la sección (m^2).
Z: Altura total inmediatamente aguas arriba de la válvula (m).

Se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 5.2-8. Comprobación hidráulica obra de desagüe de fondo y toma

722	25 m^3/s	50 m^3/s
709	23 m^3/s	46 m^3/s

Fuente: Elaboración propia

El caudal máximo a desaguar es de 40,5 m^3/s, por lo tanto los conductos de desagüe de diámetro 1.400 mm dispuestos tienen capacidad suficiente.

Para desaguar el caudal ecológico (del orden de 7 m^3/s) en el caso de no tener que suministrar los caudales de riego se ha dispuesto un tubo de diámetro 800 mm.

Tabla 5.2-9. Comprobación hidráulica de la toma de caudal ecológico

722	7,8 m^3/s
709	7,2 m^3/s

Fuente: Elaboración propia

El lanzamiento de los caudales desaguados se realiza sobre la escollera de protección dispuesta aguas abajo del aliviadero, siendo el alcance máximo de unos 80 m.

6. OBRAS COMPLEMENTARIAS

6.1. VARIANTES DE INTERFERENCIA

A partir de la información cartográfica disponible se han identificado los caminos e infraestructuras afectados por la ejecución de las obras, reponiéndose los mismos con objeto de darles continuidad a su trazado, y facilitar la accesibilidad a la coronación de las presas. En el caso de estudio, las vías de comunicación afectadas por la inundación del embalse Los Laureles son las rutas L-75, L-745 y L-733, tal y como se recoge en la Figura 6.1-1. Del análisis efectuado se comprueba que únicamente existe afectación en la solución de la presa Los Laureles.

Siguiendo el criterio de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, el emplazamiento de la cota de rasante de los caminos que permitirán dar continuidad a las rutas existentes, se situó en general sobre la cota de coronamiento del muro; aunque en función de las características topográficas y los costos asociados pueden haberse diseñado algunos tramos menos elevados, porque resulte menos costoso reparar un eventual daño localizado, que construir una rasante más elevada. Los costos de expropiación debidos a estas obras se han añadido a las expropiaciones por inundación del embalse, suponiendo una franja de expropiación de 15 m de anchura.

Figura 6.1-1. Principales vías de comunicación afectadas. Fuente: Elaboración propia.

En los planos del Estudio se recogen las propuestas de la reposición de dichas vías de comunicación, que se describen a continuación:

- L-745 – Actualmente la vía cruza el Río Longaví para conectar con la carretera L-733, que discurre paralela a la margen derecha del río. Debido a la propuesta de la presa Los Laureles, esta conexión quedaría anulada. Se propone mantener este paso entre la margen izquierda y derecha del río a través de la coronación de la presa, conectando así la ruta L-75 con la L-733.

- L-733 – Esta vía se va a ver afectado en gran parte de su recorrido, ya que actualmente transita paralela al río por su margen derecha en la zona inundable del embalse. Se ha propuesto una reposición de camino que discurre por la ladera de la montaña y paralelo al espejo de agua, conectando en su parte final con el tramo de la L-733 que no se ve afectado.
- L-75 – La vía, que discurre por la margen izquierda del Río Longaví, se va a ver afectada en muy pequeña medida, ya que únicamente habría que actuar en dos puntos del actual trazado y en las proximidades del sitio de presa. Estas reposiciones consisten en alejar ligeramente el actual trazado de la zona ocupada por el embalse en esos dos puntos (rectificación del trazado).

En el caso de las otras dos soluciones de embalse, Cuesta Lara y el Mañío, no existe afección a ningún camino principal, por lo que sólo se han proyectado los accesos a cada una de las presas, que a su vez conectarán con caminos ya existentes.

6.2. TENDIDO ELECTRICO

Además de las vías de comunicación anteriores, existen otros servicios que resultan interferidos, como son líneas eléctricas. Por ello, se han previsto partidas presupuestarias dentro de la valoración económica de las alternativas correspondientes, tal como quedó señalado en el Estudio de Tenencia de la Tierra, que identificó las siguientes líneas de cableado de electrificación:

- Cableado a lo largo de la ruta L-733, a los costados de la ruta, atravesando el río Longaví hacia la ribera derecha en el sector La Balsa.
- Cableado a lo largo de la ruta L-745, a los costados de la ruta y se extiende hacia el Sector Residencial 1 (SR1).
- Cableado a lo largo de la ruta L-75, a los costados de la ruta y se extiende hasta el sector de La Balsa.

Figura 6.2-1. Cableado de Conducción de Electricidad al Costado de la Ruta L-75

6.3. CANALES DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO

6.3.1. Consideraciones Previas

En el Tomo II – Estudio Agroeconómico, se incluyeron los resultados de los primeros reconocimientos de terreno y del análisis de los antecedentes que permitieron conocer los sistemas de captación, canales de distribución e infraestructura de riego, realizando un diagnóstico del estado de la red de canales y el área de estudio. Se completó la descripción y diagnóstico de la infraestructura extra-predial, con un "Inventario Fotográfico" de los elementos visitados y las "Fichas Individualizadas de Caracterización" de cada canal, con sus características principales y diagnóstico técnico. Una vez completados estos trabajos, se incluyó una descripción de las infraestructuras de riego existentes.

En el mismo Estudio Agroeconómico se definieron los diferentes escenarios a considerar respecto a la superficie regable, en correspondencia con diferentes dimensiones del futuro embalse de riego (en cada posible ubicación) a obtener a través del modelo de regulación. A modo de resumen, los escenarios se describen a continuación:

- Escenario 1: Se considera la superficie regada en la actualidad, sin considerar la incorporación de otras superficies (en secano o no cultivadas). Se trata por tanto de dimensionar el embalse necesario para satisfacer las demandas agronómicas actuales de la zona de riego del Sistema Longaví con un 85% de seguridad. La superficie total regada asciende a 30.126 ha.
- Escenario 2: Es un escenario intermedio de un plan de incorporación progresiva al riego de ciertas áreas de cultivo actualmente en secano, o también de áreas no cultivadas pero con potencial. La superficie incorporada no es proporcional en todos los estratos de tamaño y sectores de riego, pues se han considerado factores agronómicos (mayor o menor aptitud agrícola y categorías de riego existentes, entre otras). La superficie total regada asciende a 36.508 ha.
- Escenario 3: Corresponde a la máxima superficie de riego considerada (Situación Con Proyecto del estudio agroeconómico), incorporando con criterios agronómicos una parte de la superficie que actualmente es secano, una parte de la superficie arable que no se cultiva, y una parte de la superficie sin uso. La superficie total regada asciende a 41.614 ha.

En los casos en los que se riegan áreas actualmente en secano o terrenos no cultivadas pero con potencial, no se considera extender el riego a zonas sin canales, salvo en áreas específicas, por lo que no se requeriría la construcción de nuevos canales, sólo aumentar la capacidad de algunos canales en caso de que fuera necesario.

Las demandas del Canal Digua se consideraron como un usuario único con derechos eventuales en los 3 escenarios. Pero adicionalmente a los escenarios anteriores (superficie de riego del sistema Longaví), se estudió la posibilidad de satisfacer también con el 85% de seguridad la demanda agraria del Sistema Digua que se riega actualmente con caudales derivados del río Longaví, cambiando su carácter eventual por permanente para equiparar su prioridad con las demandas del Sistema Longaví (se considera como otro beneficiario del embalse), dando lugar a otros tres escenarios paralelos.

En estos nuevos escenarios no se consideran nuevas superficies de riego, siendo suficiente la capacidad de conducción de los canales existentes, por lo que no se requieren nuevas inversiones en su red de canales actual. De lo anterior se desprende que sólo se requiere estudiar la ampliación de la red de canales en el Sistema Longaví, y dicho estudio se realiza en las siguientes páginas.

6.3.2. Antecedentes para el Estudio de los Canales

Como se acaba de comentar, durante este estudio se ha realizado un trabajo de campo para el reconocimiento de los sistemas de captación, canales de distribución e infraestructura de riego existente, el cual ha permitido identificar las obras de mejora prioritarias que deberían acometerse para mejorar la distribución del agua para riego. Además, se han mantenido contactos y entrevistas con algunos de los actores relevantes del proyecto, como los responsables y personal de las Organizaciones de Usuarios de Aguas, regantes, agricultores, ganaderos, etc., con el objetivo de conocer e incorporar las opiniones, inquietudes, conocimientos y sugerencias de los mismos, en la medida que sea posible. Para completar el diagnóstico, se han revisado los siguientes antecedentes:

- Estudio Factibilidad de Construcción de Embalse para mejoramiento y Ampliación Áreas de riego Sistema de Río Longaví. VII Región". EDIC Consultores Ltda. – DOH 2002.
- Derechos de los Canales proporcionados por la Junta de Vigilancia del río Longaví.
- Catastro de Usuarios de Agua del Río Longaví y sus Afluentes VII Región. Dirección General de Aguas, 1985.

Aunque la descripción general de la infraestructura extra-predial, así como los esquemas unifilares de la red de riego de la Primera y Segunda Sección del Río Longaví, fueron incluidos en el Informe de la Etapa 1 del presente estudio "Revisión de antecedentes y diagnóstico preliminar", se vuelven a incluir a continuación sendos diagramas unifilares para una mejor comprensión de la red y mejoras propuestas. Cabe reseñar que algunos de los canales que en un tiempo fueron independientes, en la actualidad, por uno u otros motivos que se comentan en las "Fichas Individualizadas de Caracterización de los Canales", la unificación ha sido materializada, tal y como aparece en el diagrama unifilar. Tal es el caso de los canales:

- Remulcao Sur y Longaví Alto, cuya bocatoma de admisión pertenece al canal Alimentador Digua, que a aproximadamente 3 km de su inicio, mediante una compuerta de izamiento mecánico, se deriva el caudal para los canales Remulcao Sur y Longaví Alto.
- San José y Quinta Alto B, unificado en el canal San José debido a las pérdidas que el canal Quinta Alto B sufría en la primera parte de su recorrido.
- Robles Viejos y Cardos, unificados en el canal Robles Viejos, quedando el canal Cardos como un derivado del primero.
- La Sexta y La Tercera, unificados en el canal La Sexta. No obstante, el canal La Tercera actualmente no se encuentra en funcionamiento debido principalmente a las pérdidas por infiltración en la primera parte de su recorrido.
- San Nicolás y San Marcos, unificados en el canal San Nicolás debido al derrumbamiento de la mina natural a la salida de la bocatoma del canal San Marcos.

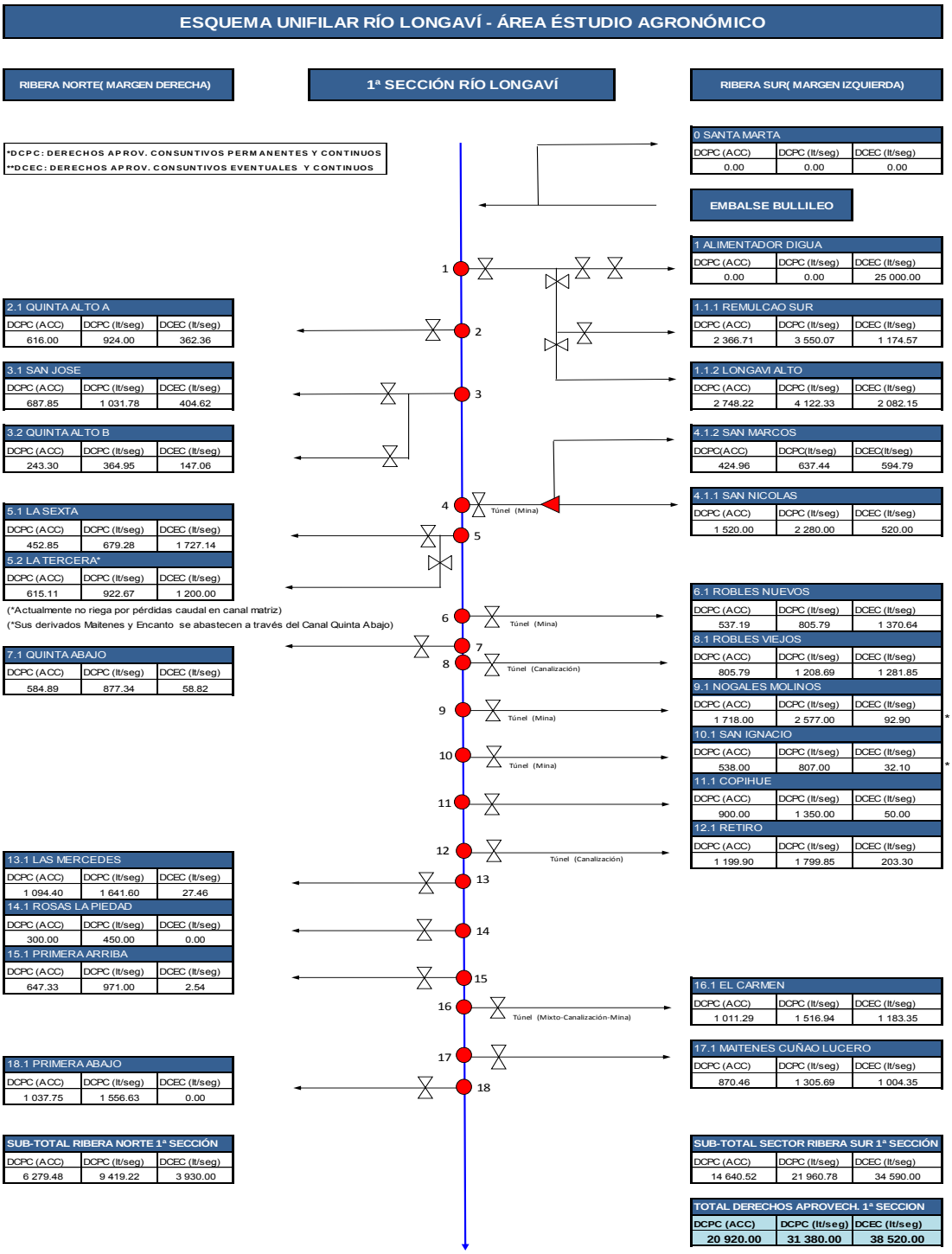


Figura 6.3-1. Diagrama unifilar de la Primera sección del Río Longaví

Fuente: Junta Vigilancia Río Longaví (JVRL) y Elaboración propia

6.3.3. Identificación de Obras de Mejora Prioritarias

De los trabajos realizados en la Etapa 1 del presente estudio "Revisión de antecedentes y diagnóstico preliminar", se identificaron como obras de mejora prioritarias para cada uno de los canales visitados. A continuación se incluye un resumen de las mejoras que en general deberían considerarse:

- Mejora de las obras de admisión de aquellos canales que presenten el riesgo a corto plazo de que sus bocatomas queden "colgadas" por un desvío del cauce habitual del río.
- Revestimiento de tramos de aquellos canales matrices y derivados que presenten mayores problemas de infiltración que conlleve una deficiencia en el reparto de aguas a los regantes ubicados en las últimas etapas de su recorrido.
- Mejora de las obras de distribución, especialmente en lo relativo a marcos partidores y compuertas, en aquellos canales matrices y derivados cuyos elementos estructurales muestran deficiencias en sus funciones, ya que los materiales y componentes se han ido deteriorado con el uso y paso del tiempo.
- Aumento de la tecnificación del riego, que supondría un aumento importante en la eficiencia de aplicación del agua, y por tanto, mayor disponibilidad de la misma.
- Construcción de tranques de regulación y/o mejora de los existentes, puesto que la disposición de este tipo de acumuladores optimizará el sistema de turnos para riego entre los usuarios de cada canal. Muchos de los canales de la ribera norte no disponen de acumuladores por falta de recursos y terrenos hábiles, así como varios de los tranques existentes en ambas riberas podrían incrementar su capacidad con las obras adecuadas.
- Estudiar la factibilidad de unificación algunos canales con la construcción de obras de admisión y reparto comunes, especialmente en aquellos canales que dispongan de bocatomas situadas muy próximas unas de las otras en la actualidad, o que sus recorridos actuales discurran muy próximos.
- Desarrollo de proyectos de Telemetría que permitan una mejora de la eficiencia hídrica al controlar en tiempo real los sistemas de irrigación, redes de conducción y sistemas de entrega, complementando a aquellas operativas actualmente en la cuenca del río Longaví.

Se hace constar que estas consideraciones requieren en gran parte, un apoyo económico procedente de fondos públicos estatales a través de los diferentes programas y subsidios que administran sus organismos (CNR, INDAP, etc.). Para ello, la situación legal de las organizaciones de usuarios (OUA) debiera estar totalmente acreditada por lo tanto se estima imprescindible tomar las medidas necesarias para garantizar este procedimiento. Muchas de estas organizaciones requieren mejorar su nivel de asesoramiento jurídico, técnico y formativo que podría llegar a través de dotaciones a la Junta de Vigilancia del Río Longaví en el caso de la Primera Sección. Estas acciones contribuirían a la orientación de las OUA hacia su evolución y desarrollo en el ámbito legal, organizativo-estructural y tecnológico; permitiendo así aprovechar las elevadas oportunidades agronómicas que presenta la zona de estudio.

6.3.4. Propuesta de las Obras de la Red Primaria de Riego

6.3.4.1. Unificación de bocatomas

Consideraciones previas

La unificación de bocatomas se presenta como una alternativa atractiva para la Junta de Vigilancia del Río Longaví, pues permitiría reducir los costos de operación por reconstrucción de la barrera en el río, problemas de embanque, mantenimiento de compuertas, etc.

En términos generales, cada unificación comprenderá una barrera en el río y una estructura de compuertas que permitan captar el caudal de dos o más canales matrices, según sea el caso. Existirá un tramo inicial de canal unificado, el cual debiera ser lo más corto posible. Al final del canal unificado se deberá disponer de una obra de entrega, que sea capaz de restituir el flujo a cada uno de los canales involucrados en la unificación. Por último, deberán existir mecanismos de aforo que permitan medir el agua captada por cada canal.

Debe tenerse en consideración que algunos canales discurran en túnel en sus inicios, debido a que en la mayoría de los casos han sido excavados en el suelo, existiendo tramos de muy poca altura, tratándose de material granular con una matriz cementada. Algunos de ellos presentan problemas de estabilidad, por lo que sería poco factible la ampliación. La relación de canales con tramos enterrados en su inicio son:

- Canal Quinta Alto A (Ribera norte).
- El túnel del canal San Marcos (Ribera sur) se derrumbó en las proximidades de la compuerta de admisión, por lo que la bocatoma actualmente no está en funcionamiento. Este canal recibe el recurso a través del canal San Nicolás que transporta agua para ambos canales durante la primera parte de su recorrido (5 km aprox.) hasta que a través de un marco partidor realiza el desvío al cauce del Canal San Marcos.
- Canales Robles Viejos, Robles Nuevos, Nogales-Molinos y San Ignacio (Ribera sur).
- El canal El Carmen, inmediatamente después de obra de admisión, el agua es conducida mediante una canalización subterránea con tubo corrugado de aproximadamente 600 m de longitud.

Criterios de Unificación Utilizados

Para seleccionar los canales a unificar se usaron los siguientes criterios:

- De preferencia los canales se deben unificar manteniendo la bocatoma del que posea la mayor sección y deba conducir un mayor caudal.
- La longitud de canal unificado deberá ser lo más corta posible.
- Debe existir un punto en que haya suficiente cercanía entre los canales a unificar, de manera que se pueda construir una obra de entrega de bajo costo.
- En el sector donde se construiría la obra de entrega las cotas de fondo de los canales debieran ser compatibles con la entrega de agua en forma gravitacional.
- En caso que el canal unificado tenga un tramo en túnel, éste deberá tener una sección suficientemente grande como para conducir el caudal total sin necesidad de ampliar su sección.

Unificaciones Propuestas

Después de todo lo expuesto anteriormente se concluye la factibilidad y conveniencia de realizar las siguientes tres unificaciones:

A) Canales Las Mercedes, La Piedad y Primera Arriba

Los canales Las Mercedes y Rosas La Piedad captan sus recursos desde la ribera norte del río Longaví estando localizadas sendas obras de admisión a unos 100 m. Posteriormente realizan un recorrido en paralelo en buena parte de su trazado.

El canal Primera Arriba capta a unos 1.600 m aguas abajo de los canales anteriores. El canal matriz presenta algunos problemas de filtración sobre todo en su primer tramo por discurrir por material aluvial. A lo largo de su trazado se cruza con el canal Las Mercedes y discurre paralelo al tramo final del canal La Piedad.

Los tres canales reciben aportaciones del canal Longaví-Melado regando en conjunto con aguas de ambos sistemas. La unificación debe realizarse en el canal Las Mercedes, siendo este el de mayor tamaño y el que capta a mayor cota. En esta unificación no hay túneles que restrinja la conducción de agua. Será necesario la ampliación del primer tramo (2.250 m) del canal Las Mercedes para que tenga capacidad para conducir los recursos de los tres canales. A continuación se incluye una imagen de en donde se marca en amarillo el tramo de canal unificado, y en magenta los tramos que quedarían fuera de uso.

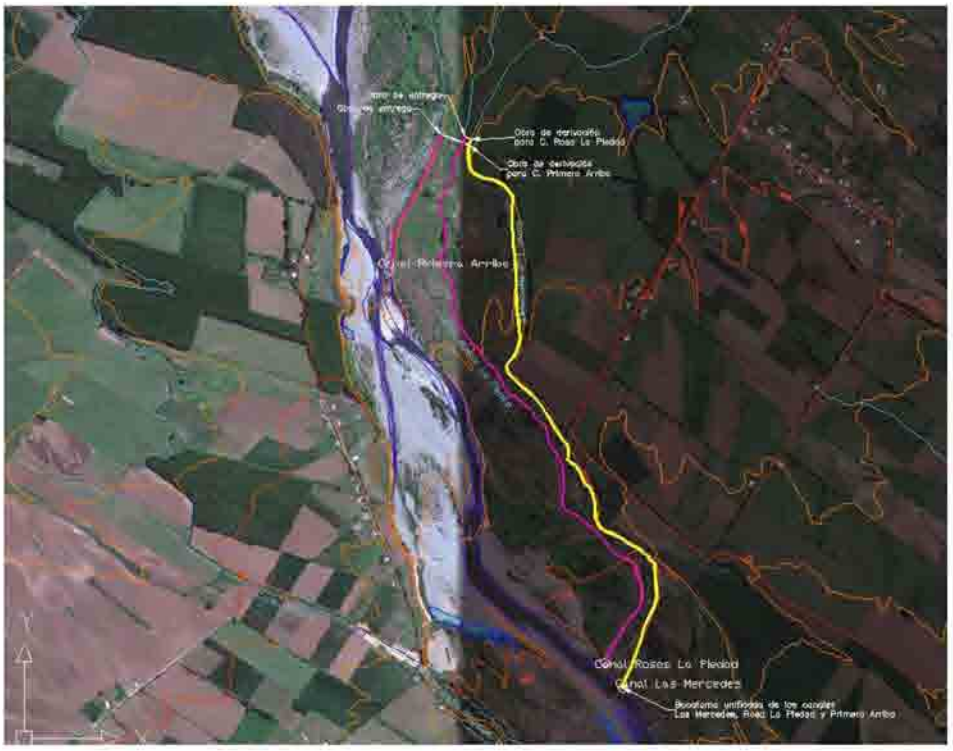


Figura 6.3-2. Unificación canales Las Mercedes, Rosas-La Piedad y Primera Arriba

Fuente: Elaboración propia

B) Canales Copihue y Retiro

En un principio se estudió la posibilidad de unificar los canales San Ignacio, Nogales-Los Molinos y Copihue, pues los dos primeros captan en el mismo punto con un trazado paralelo en buena parte de su recorrido, y el tercero se aproxima hasta una distancia inferior a 20 m del canal Nogales y desde ese punto, discurre cierta

distancia paralelo al canal San Ignacio. Sin embargo, se desestima en principio esta unificación puesto que los canales San Ignacio, Nogales-Los Molinos comienzan su trazado en sendos túneles paralelos separados por escasos metros, de una longitud aproximada de 300 m, y una capacidad limitada.

Respecto a la unificación propuesta, comentar que el canal Copihue toma en la ribera izquierda desde un brazo del río Longaví, y unos 2 km aguas abajo por la misma ribera se ubica la toma del canal Retiro. El canal Retiro, luego de recorrer 400 metros, pasa a un costado del canal Copihue, punto donde se podría construir una obra de entrega.

Esta unificación debiera efectuarse preferentemente en el canal Retiro, puesto que tiene mayor capacidad, el canal unificado tendría una longitud mucho menor y quedaría sin uso el primer tramo del canal Copihue (tramo que posee bastantes problemas). Esto estaría sujeto eso sí a que las cotas de fondo de los canales sean compatibles con la entrega de agua en forma gravitacional.

A continuación se incluye una imagen de en donde se marca en amarillo el tramo de canal unificado (400 m), y en magenta el tramo del canal Copihue (2.120 m) que quedarían fuera de uso.

Figura 6.3-3. Unificación canales Retiro y Copihue
Fuente: Elaboración propia

C) Canales El Carmen y Maitenes Cuñao Lucero

Ambos canales captan sus recursos desde la ribera sur del río Longaví estando localizadas sendas obras de admisión a unos 500 m.

La unificación de la bocatoma debe realizarse en el canal El Carmen, siendo este el de mayor tamaño y el que capta a mayor cota. No obstante, como se ha comentado anteriormente, el canal El Carmen, tras las compuerta de admisión el agua entrante atraviesa una canalización subterránea con tubo corrugado de aproximadamente 600 m de longitud. Por tanto, los recursos del canal Maitenes Cuñao Lucero deberán desviarse antes del inicio de la canalización subterránea, siendo necesario la construcción de un canal de

unos 500 m desde este punto hasta la conexión con canal Maitenes Cuñao Lucero, cuyo trazado coincidiría en su mayor parte con el canal de devolución de El Carmen. A continuación se incluye una imagen de en donde se marca en amarillo el derivado para la conexión con el canal Maitenes Cuñao Lucero.

Figura 6.3-4. Unificación canales El Carmen y Maitenes Cuñao Lucero
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las características de las unificaciones propuestas en el que se incluye los caudales por canales según derechos, y se estiman los caudales máximos en el mes de máximas necesidades (enero) para cada uno de los escenarios propuestos.

Tabla 6.3-1. Resumen de unificación de bocatomas

A	Las Mercedes	1.642	27	1.841	2.250	1.382	1.627	1.765	2.941	3.462	3.756			
	Rosa La Piedad	450	0	600	-	792	932	1.012				792	932	1.012
	Primera Arriba	971	3	1.244	-	766	902	979				766	902	979
B	Copihue	1.350	50	1.800	400	1.453	1.746	1.934	2.844	3.418	3.787			
	Retiro	1.800	203	2.382	-	1.391	1.672	1.853				1.391	1.672	1.853
C	El Carmen	1.517	1.183	2.045	496	2.437	2.928	3.245	3.424	4.114	4.559			
	Maitenes Cuñao Lucero	1.306	1.004	1.610	-	987	1.186	1.314				987	1.186	1.314

Fuente: Elaboración Propia

Como se ha comentado anteriormente, los canales de la unificación "A" recibe los aportes del canal Longaví-Melado regando en conjunto con aguas de ambos sistemas. Los aportes, según consta en el Catastro de Usuarios de Agua del Río Longaví y sus Afluentes, 1985, son:

- El canal Las Mercedes recibe los aportes del Canal Longaví-Melado, regando en conjunto con los siguientes porcentajes, Canal Las Mercedes 60%, Canal Longaví-Melado 40%.
- El canal La Piedad recibe los aportes del Canal Longaví-Melado, regando en conjunto con los siguientes porcentajes, Canal La Piedad 65%, Canal Longaví-Melado 35%.
- El canal Primera Arriba recibe los aportes del Canal Longaví-Melado, regando en conjunto con los siguientes porcentajes, Canal Primera Arriba 85%, Canal Longaví-Melado 15%.

En este sentido, es importante reseñar que los caudales estimados para los diferentes escenarios, han sido obtenidos considerando la superficie total regada, sin tener en cuenta la procedencia del recurso, por lo que estos caudales están sobredimensionados respecto a la situación real.

Se ha considerado que los costos de unificación de bocatomas, no forman parte del proyecto Embalse Longaví, puesto que las unificaciones se podrían llevar a cabo en forma independiente del Proyecto.

6.3.4.2. Canales principales

Consideraciones previas

Se estudian los mejoramientos requeridos para tres escenarios futuros con proyecto, que ya han quedado descritos con anterioridad, y que consideran distintas superficies de riego, y por tanto, distintos caudales de agua para riego. La red de canales podría requerir la ampliación de algunos canales principales debido a una o varias de las siguientes causas.

- Ampliación de los canales matrices, cuya capacidad actual no fuera suficiente para conducir el caudal requerido en alguna de los escenarios futuros.
- Ampliación de obras de arte que eventualmente pudieran limitar la capacidad de los canales en ciertos tramos bien definidos de estos.
- Construcción de un nuevo tramo de canal o tubería para transformar alguna zona cultivada en secano y que no disponga de infraestructura de canales.

Criterios y propuesta de ampliación de canales

En virtud de lo anterior, se han calculado las superficies de riego para cada escenario, y por tanto, los caudales necesarios en cada bocatoma, de manera que se pueda conocer el alcance de las ampliaciones que sería necesario acometer.

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las características principales de los canales, superficies, derechos de agua, longitudes y superficies de riego en situación sin proyecto y para cada uno de los escenarios considerados en la situación con proyecto. Al respecto, se hacen las siguientes aclaraciones:

- A partir de la superficie total dominada por cada canal y de la superficie de riego obtenida por sector en el estudio de suelos para cada alternativa o escenario, la asignación de superficie de riego por canal se realizó de forma proporcional al área total del sector.
- Se incluyen las longitudes de canales matrices y derivados principales, pues existen derivados de importancia que a todos los efectos, se puede considerar como canales de la red primaria del sistema.
- Se ha considerado una ligera mejoría del coeficiente de conducción-distribución de los canales estimada en el orden del 3%, por las mejoras previstas en SCP, en bocatomas y red de distribución.
- Los canales San José y Quinta Alto B están unificados en la bocatoma, por lo que se suman superficies y derechos a efectos de cálculos.

Tabla 6.3-2. Resumen de características de los canales

1	Remulcao Sur	6.456	2.349	1.175	23,6	0,0	0,83	0,87	3.820	3.820	4.572	5.130
1	Longaví Alto	8.592	2.748	2.082	5,9	74,1	0,85	0,88	5.084	5.084	6.085	6.828
1	San Nicolás-San Marcos	5.237	1.963	1.115	45,8	0,0	0,83	0,86	3.099	3.099	3.709	4.161
2	San Ignacio	771	538	32	22,1	0,0	0,80	0,83	455	455	555	617
2	Copihue	1.758	900	50	14,7	0,0	0,80	0,83	1.038	1.038	1.264	1.407
2	Retiro	1.736	1.200	203	6,1	0,0	0,83	0,86	1.025	1.025	1.248	1.389
2	El Carmen	2.971	1.011	1.183	17,6	5,2	0,81	0,84	1.755	1.755	2.137	2.378
2	Maitenes -Cuñao - Lucero	1.200	870	1.004	0,8	21,3	0,81	0,84	709	709	863	960
2	Robles Nuevos	2.087	537	1.371	0,7	17,3	0,80	0,83	1.232	1.232	1.501	1.670
2	Robles Viejos	3.230	806	1.282	20,7	20,5	0,81	0,84	1.908	1.908	2.323	2.585
2	Nogales Molinos	3.186	1.718	93	0,4	54,9	0,81	0,84	1.881	1.881	2.291	2.550
3	Quinta Alto A	2.028	616	362	12,5	0,0	0,81	0,84	633	633	818	1.076
3	San José y Quinta Alto B	3.064	931	552	30,7	10,5	0,80	0,84	957	957	1.236	1.626
3	La Sexta	2.702	453	1.727	6,2	13,6	0,80	0,83	844	844	1.090	1.434
3	La Tercera	4.047	620	1.200	9,6	15,3	0,80	0,84	1.264	1.264	1.633	2.147
3	Quinta Abajo	814	580	59	7,1	1,5	0,81	0,84	254	254	328	432
4	Las Mercedes	1.941	1.094	27	13,5	0,0	0,82	0,85	1.292	1.292	1.505	1.619
4	Rosas Piedad	1.094	300	0	15,7	2,4	0,81	0,84	389	389	453	488
4	Primera Arriba	1.070	647	3	21,7	1,9	0,82	0,85	875	875	1.019	1.096
4	Primera Abajo	2.589	1.038	0	7,9	8,7	0,82	0,86	1.613	1.613	1.878	2.021

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla siguiente, se presenta un resumen de las caudales por canales, en donde cabe hacer las siguientes consideraciones:

- El caudal ficticio continuo en bocatoma se calcula para el mes de máximas necesidades (enero) a partir de los resultados del estudio agronómico de necesidades.
- La capacidad máxima de cada canal ha sido obtenida a partir de la planilla de rateo de los aforadores controlados por la JVRL, considerando el máximo nivel de medida de los aforadores, que en el mejor de los casos, se corresponde con una Tasa de Riego de 2,00, es decir, 2 l/s por acción.
- La bocatoma del canal La Tercera está unificada a la del canal La Sexta. No obstante, debido principalmente a las pérdidas por infiltración en la primera parte del recorrido del canal La Tercera, actualmente no se encuentra en funcionamiento el primer tramo de este canal. En el P.K. 9,400, el canal La Tercera recibe aportaciones del canal Longaví-Melado, regando en conjunto con los siguientes porcentajes, canal La Tercera 15%, canal Longaví-Melado 85%. Se desconoce la capacidad del canal a partir de la entrega de canal Longaví-Melado, a efectos de estimar el caudal necesario, se considera que el 60% de la superficie total regada asignada al canal La Tercera.
- El canal La Tercera distribuye el 60% de sus derechos por los Quinta Alto A y B, y el 40% restante por el canal Quinta Abajo, por lo que considera para estimar los caudales conducidos por estos canales. Esto se debe a que arriendan sus derechos del Longaví o riegan con estos otros predios de su propiedad.
- El canal Las Mercedes recibe aportes del Canal Longaví-Melado en el P.K. 5,337, regando en conjunto con los siguientes porcentajes, Canal Las Mercedes 60%, Canal Longaví-Melado 40%.
- El canal La Piedad recibe aportes del Canal Longaví-Melado en el P.K. 5,200, regando en conjunto con los siguientes porcentajes, Canal La Piedad 65%, Canal Longaví-Melado 35%.

- El canal Primera Arriba recibe aportes del Canal Longaví-Melado en el P.K. 3,3232, regando en conjunto con los siguientes porcentajes, Canal Primera Arriba 85%, Canal Longaví-Melado 15%.
- Respecto a las aportaciones del canal Longaví-Melado a los canales Las Mercedes, La Piedad y Primera Arriba, para evaluar la capacidad del canal, no se considera el descuento de las acciones del Melado.
- En las columnas "Diferencia de caudales respecto a la capacidad máxima", se marca en rojo las situaciones críticas en las que la capacidad del canal es insuficiente para conducir el recurso necesario para el riego.
- Las diferencias negativas entre la suma de derechos permanentes y eventuales con respecto al máximo caudal estimado en inicio de canal, se debe a que en algunos casos el caudales de derechos eventuales hacen que sobrepase la capacidad estimada del canal.
- Considerando que los cálculos de caudal han sido obtenidos para el mes de máximas necesidades, siendo sensiblemente inferiores en el resto de meses de la campaña de riegos, de adopta el criterio de que cuando la variación porcentual entre la diferencia del caudal requerido y el caudal máximo en bocatoma sea inferior al -10%, no se considera aconsejable la ampliación del canal. En estos casos, no se marca en rojo.

Tabla 6.3-3. Resumen de caudales por canales

1	Remulcao Sur	3,52	1,17	3,97	4,77	5,36	4,01	-0,69	0,04	-0,76	-1,36
1	Longaví Alto	4,12	2,08	5,20	6,25	7,03	5,51	-0,69	0,31	-0,74	-1,52
1	S. Nicolás-S. Marcos	2,94	1,11	3,22	3,87	4,35	3,88	-0,18	0,66	0,00	-0,48
2	San Ignacio	0,81	0,03	0,62	0,74	0,82	1,08	0,24	0,46	0,33	0,25
2	Copihue	1,35	0,05	1,40	1,68	1,86	1,80	0,40	0,40	0,12	-0,06
2	Retiro	1,80	0,20	1,34	1,61	1,78	2,38	0,38	1,04	0,77	0,60
2	El Carmen	1,52	1,18	2,34	2,82	3,12	2,04	-0,66	-0,30	-0,77	-1,08
2	Maitenes-Cuñao-Lucero	1,31	1,00	0,95	1,14	1,26	1,61	-0,70	0,66	0,47	0,35
2	Robles Nuevos	0,81	1,37	1,67	2,00	2,22	1,15	-1,03	-0,52	-0,85	-1,07
2	Robles Viejos	1,21	1,28	2,55	3,07	3,40	1,61	-0,88	-0,94	-1,46	-1,79
2	Nogales Molinos	2,58	0,09	2,50	3,01	3,33	3,07	0,40	0,57	0,07	-0,26
3	Quinta Alto A	0,92	0,36	1,12	1,44	1,92	1,90	0,61	0,78	0,46	-0,02
3	S.José y Quinta Alto B	1,40	0,55	1,15	1,47	1,97	2,05	0,10	0,90	0,58	0,08
3	La Sexta	0,68	1,73	1,02	1,31	1,75	0,90	-1,50	-0,12	-0,40	-0,84
3	La Tercera	0,93	1,20	0,91	1,17	1,56	0,00	-	-	-	-
3	Quinta Abajo	0,87	0,06	0,55	0,70	0,94	1,65	0,72	1,11	0,95	0,72
4	Las Mercedes	1,64	0,03	1,42	1,67	1,81	1,84	0,17	0,42	0,17	0,03
4	Rosas Piedad	0,45	0,00	0,44	0,51	0,56	0,60	0,15	0,16	0,09	0,04
4	Primera Arriba	0,97	0,00	0,97	1,14	1,24	1,24	0,27	0,28	0,11	0,01
4	Primera Abajo	1,56	0,00	1,77	2,08	2,26	2,12	0,57	0,35	0,04	-0,14

Fuente: Elaboración Propia

A partir de las consideraciones anteriores y a la vista de los resultados presentados en el cuadro anterior, se obtiene que en la SCP, para la alternativa o escenario Esc1.1 sería necesario la ampliación de 4 canales (El Carmen; Robles Nuevos; Robles Viejos; y La Sexta), para el escenario Esc1.2 sería necesario la ampliación de 6 canales (los 4 del Esc1.1 más Longaví Alto y Remulcao Sur), y para el escenario Esc1.3 sería necesario la ampliación de 7 canales (los 6 del Esc1.2 más San Nicolás y San Marcos).

Respecto a la problemática para la ampliación de algunos de los canales, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- El canal El Carmen, inmediatamente tras las compuerta de admisión el agua entrante atraviesa una canalización subterránea con tubo corrugado de aproximadamente 600 m de longitud, por lo que deberá comprobarse la capacidad en este tramo, pues puede ser un factor limitante.
- El canal Robles Nuevos, tras las compuerta de admisión el agua entrante atraviesa una canalización subterránea con tubo corrugado de aproximadamente 600 m de longitud. Es necesario comprobar la capacidad en este tramo.
- El canal Robles Viejos, inmediatamente después de la compuerta de admisión, hay una canalización subterránea del canal matriz mediante tubo de hormigón de aproximadamente 500 m de longitud. Es necesario comprobar la capacidad en este tramo.

Propuesta de transformación de sub-sector secano

Dentro de la delimitación del Área de Estudio, en el Sector 1, se localiza un sub-sector de secano, o regado en precario por el Estero Colliguay, que requiere una inversión para la construcción de una nueva red primaria que permita su transformación en regadío.

Se trata de un área con una superficie bruta de unas 700 ha. La superficie susceptible de riego puede estimarse en un 65%, por lo que sería del entorno a las 450 ha. Esta inversión debe ser considerada únicamente para el escenario Esc.1.3, que es el que contempla la máxima superficie de riego, debido a que el Esc.1.1 no considera la transformación de superficies cultivadas actualmente en secano, y el Esc.1.2 daría preferencia a transformar en riego áreas de secano que dispongan de infraestructura de canales, al no requerir apenas inversión.

Se propone, por tanto, para el Esc.1.3, proyectar un tranque de regulación que acumule recursos derivados desde el Derivado Ibáñez, procedente del Canal Longaví Alto. Desde dicho tranque, y debido a la ondulación del terreno, se considera más factible proyectar una tubería enterrada que transporte el agua gravitacionalmente desde el tranque hasta hidrantes de riego localizados en los predios.

Para el dimensionamiento de la tubería de distribución, se considera un caudal ficticio continuo de 1 l/s y ha.

A continuación se incluye una imagen de en donde se marca en amarillo el derivado hasta el tranque de regulación, y la tubería de distribución de agua a los predios actualmente cultivados en secano.

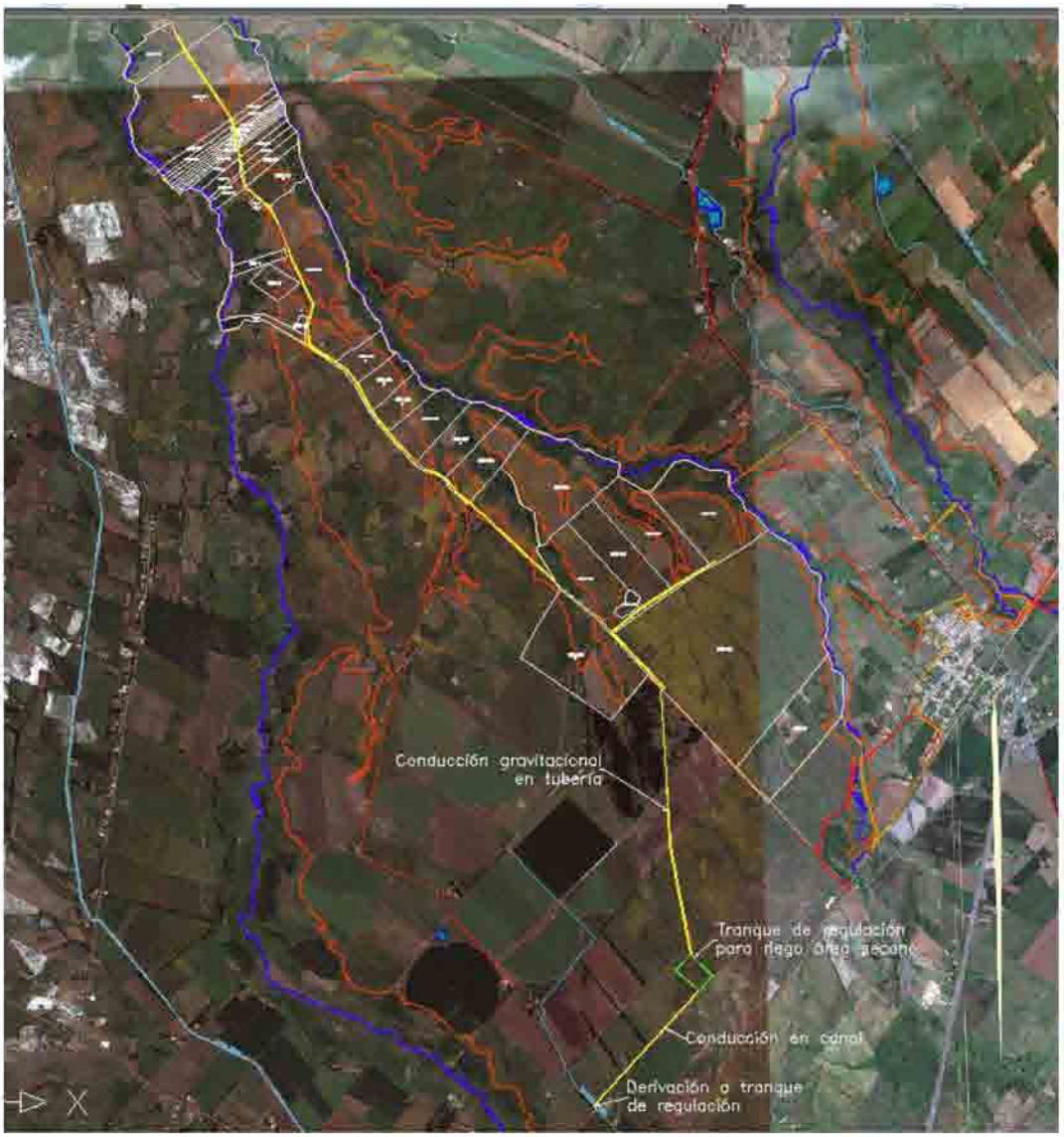


Figura 6.3-5. Propuesta de ampliación de la red primaria para riego de sub-sector secano

Fuente: Elaboración propia

6.3.5. Costos de las Obras de Riego

6.3.5.1. Bases y criterios de diseño

Canales Matrices

Los canales existentes son excavados en tierra, sin revestir, de modo que las ampliaciones y nuevos tramos de canal tendrán las mismas características. En el caso de los canales que no requieran ser ampliados no se hará ningún tipo de mejoramiento, con el fin de no romper su sello y mantener la sección estable que han alcanzado con el paso de los años.

En el caso de los canales que necesiten ser ampliados y los tramos nuevos de canal, las secciones se calcularán utilizando la fórmula de Manning y se usarán los siguientes criterios de diseño:

- La velocidad máxima aceptable será de 1,3 m/s, y la mínima, 0,50 m/s.
- El coeficiente de rugosidad de Manning a utilizar será 0,030.
- La revancha considerada será un 15% de la profundidad del escurrimiento, con un mínimo de 20 cm y un máximo de 50 cm.
- La profundidad del escurrimiento debe ser mayor que $0{,}6\sqrt{S}$, donde S corresponde a la sección mojada.
- La sección de canal será trapecial, con un talud de 2:3 (H:V).
- El nivel de energía del escurrimiento expresado por el Bernoulli no deberá ser inferior a 10% del Bernoulli Crítico, de manera que se evite la inestabilidad del escurrimiento.
- En caso que la pendiente del canal no permita una velocidad de escurrimiento menor que la máxima admisible, se construirán estructuras de caída cada cierto tramo de canal, cuya altura será de 1,5 m.

Las pendientes longitudinales de los canales matrices son bastante altas, lo cual implica velocidades más altas que la recomendada. En este aspecto, el criterio fue no hacer ninguna modificación en los canales que no se ampliarán. En el caso de los canales que sí se ampliarían se deberá cumplir con el rango de velocidades recomendado, lo que implica bajar las pendientes, para lo cual se deberán construir estructuras de caída cada cierto tramo de canal. Para efectos de calcular el presupuesto de las obras se asumió que las caídas tendrán siempre una altura de 1,50 m.

En lo que se refiere a cubicación de las excavaciones de los canales ampliados, se consideró la diferencia entre la nueva sección y la sección existente. Para tal efecto fue necesario estimar las secciones actuales de los canales. Esto se realizó conociendo la capacidad de cada canal y la pendiente longitudinal media. Esta última se obtuvo de los planos escala 1:10.000.

Tanto para las secciones de canal ampliado como para la estimación de las secciones actuales, se estimó la sección media de cada canal considerando un caudal equivalente al 75% del caudal en bocatoma.

En los cuadros incluidos en Anexo 4 se indican las características de cada sección de canal matriz ampliado, para las tres alternativas analizadas, considerando en todos los casos taludes 2:3 (H:V).

Con respecto a las obras de arte de los canales matrices, tales como puentes, alcantarillas, sifones, canoas, etc., se consideró la reposición de todas ellas en el caso de los canales ampliados. Con fines presupuestarios se estimó el costo correspondiente a las obras de arte, considerando la fracción que éstas representan del costo total de construcción de canales matrices, utilizando información del banco de datos del consultor.

Bocatomas

En el caso de los canales ampliados, se consideró la construcción de una bocatoma de mayor capacidad.

El diseño de las nuevas bocatomas corresponde básicamente a una estructura de hormigón, que incluye una compuerta metálica de toma y una barrera triangular aguas abajo de la compuerta como mecanismo de aforo. Con el objeto de asegurar la captación del caudal requerido se deberá construir una barrera en el cauce del río, compuesta por bolones del mismo río, la cual será de carácter temporal.

Redes Secundaria y Terciaria

El modelo de simulación entregó las superficies que se regarán en la situación futura, y como fue explicado anteriormente se distribuyó esa superficie en cada uno de los canales matrices (ver cuadro de Superficies Regadas). Con fines presupuestarios se consideró que en aquellos canales que se ampliarán se deberá realizar un mejoramiento de la red de canales secundarios y terciarios, lo que tendrá un costo asociado equivalente al 70% del costo de construcción de una red nueva. Por otra parte, se estima que el costo de una nueva red secundaria y terciaria ascendería a 300.000 $/ha, con lo que fue posible calcular el costo de mejoramiento de la red.

Red de Canales No Ampliada

Para cada una de las alternativas estudiadas se determinó la superficie, cuya red de canales no será ampliada, tanto en lo que se refiere a canales matrices como a sus redes de canales secundarios y terciarios. Para dicha superficie se consideró un mejoramiento de la red de canales, cuyo costo sería equivalente al 25% del costo de construcción de una red nueva.

Tabla 6.3-4. Resumen de Costos, Mejoramiento Red de Riego por Item

Excavación	1.1	18.988,7	m^3	2.000	**38,0**
	1.2	60.216,3	m^3	2.000	**120,4**
	1.3	121.468,3	m^3	2.000	**242,9**
Caídas (1,5 m)	1.1	1,0	Unidad	6.000.000	**6,0**
	1.2	67,0	Unidad	6.000.000	**402,0**
	1.3	77,0	Unidad	6.000.000	**462,0**
Bocatomas	1.1	4,0	Unidad	30.000.000	**120,0**
	1.2	6,0	Unidad	30.000.000	**180,0**
	1.3	7,0	Unidad	30.000.000	**210,0**
Red Secundaria y Terciaria	1.1	5.738,5	ha	210.000	**1 205,1**
	1.2	17.707,9	ha	210.000	**3 718,7**
	1.3	24.148,3	ha	210.000	**5 071,1**
Red no Ampliada	1.1	24.359,1	ha	75.000	**1 826,9**
	1.2	18.765,9	ha	75.000	**1 407,4**
	1.3	17.427,0	ha	75.000	**1 307,0**
Incorporación Área Secano	1.1	0,0	ha	2.310.000	**0,0**
	1.2	0,0	ha	2.310.000	**0,0**
	1.3	450,0	ha	2.310.000	**1 039,5**
Total		**1.1**			**3.196,0**
		1.2			**5.828,5**
		1.3			**8.332,6**

Fuente: Elaboración propia

6.3.5.2. Resumen de Costos

El presupuesto de las obras se incluye en el Anexo 5. A continuación se presentan los cuadros resumen de los costos obtenidos.

Tabla 6.3-5. Resumen de Costos, Mejoramiento Red de Riego por Canal

Remulcao Sur	0,0	62,7	90,7	0,0	348,0	378,0	0,0	30,0	30,0	0,0	960,2	1.077,3	286,5	0,0	0,0	**286,5**	**1.400,9**	**1.576,1**
Longaví Alto	0,0	10,4	16,0	0,0	48,0	54,0	0,0	30,0	30,0	0,0	1.277,9	1.433,8	381,3	0,0	0,0	**381,3**	**1.366,3**	**1.533,8**
San Nicolás-San Marcos	0,0	0,0	43,8	0,0	0,0	24,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	**97,8**
San Nicolás	0,0	0,0	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	676,6	179,9	215,4	0,0	**179,9**	**215,4**	**692,6**
San Marcos	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	50,3	60,2	0,0	**50,3**	**60,2**	**191,4**
San Ignacio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	41,6	46,3	**34,2**	**41,6**	**46,3**
Copihue	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	77,8	94,8	105,5	**77,8**	**94,8**	**105,5**
Retiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,9	93,6	104,2	**76,9**	**93,6**	**104,2**
El Carmen	8,7	8,7	25,9	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0	368,5	448,7	499,4	0,0	0,0	0,0	**407,1**	**487,4**	**555,3**
Maitenes -Cuñao - Lucero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,1	64,7	72,0	**53,1**	**64,7**	**72,0**
Robles Nuevos	0,6	0,8	1,0	6,0	6,0	6,0	30,0	30,0	30,0	258,8	315,1	350,8	0,0	0,0	0,0	**295,4**	**352,0**	**387,8**
Robles Viejos	27,3	33,7	40,2	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0	400,6	487,8	542,9	0,0	0,0	0,0	**457,9**	**551,5**	**613,1**
Nogales Molinos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141,1	171,8	191,2	**141,1**	**171,8**	**191,2**
Quinta Alto A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,5	61,4	80,7	**47,5**	**61,4**	**80,7**
San José y Quinta Alto B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	**0,0**
San José	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,0	68,5	90,1	**53,0**	**68,5**	**90,1**
Quinta Alto B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	24,2	31,9	**18,8**	**24,2**	**31,9**
La Sexta	1,3	4,1	7,1	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0	177,2	229,0	301,1	0,0	0,0	0,0	**208,6**	**263,1**	**338,2**
La Tercera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,8	122,5	161,0	**94,8**	**122,5**	**161,0**
Quinta Abajo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,1	24,6	32,4	**19,1**	**24,6**	**32,4**
Las Mercedes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,9	112,9	121,4	**96,9**	**112,9**	**121,4**
Rosas Piedad	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	34,0	36,6	**29,2**	**34,0**	**36,6**
Primera Arriba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,6	76,4	82,2	**65,6**	**76,4**	**82,2**
Primera Abajo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,9	140,9	151,5	**120,9**	**140,9**	**151,5**
Total	**38,0**	**120,4**	**242,9**	**6,0**	**402,0**	**462,0**	**120,0**	**180,0**	**210,0**	**1.205,1**	**3.718,7**	**5.071,1**	**1.826,9**	**1.407,4**	**1.307,0**	**3.196,0**	**5.828,5**	**7.293,1**

Fuente: Elaboración propia

6.4. SISTEMA REMOTO DE AFORO DE CAUDALES HI-TV

6.4.1. Objetivo y criterios

Como parte de las instalaciones proyectadas para el embalse, en el presente Estudio se incluye el diseño a nivel de prefactibilidad de un sistema de medición y de transmisión centralizada de caudales en el sistema de riego. Comenzando por el caudal del propio río Longaví justo a pie de la presa, y continuando por los caudales en las bocatomas de los canales principales, estos datos se transmitirán en tiempo real hasta un Centro de control de datos que será ubicado en las oficinas de la Junta de Vigilancia del Río Longaví, que también estará enlazado con el Centro de control de la Presa, tal como se representa esquemáticamente en la Figura 6.4-1.

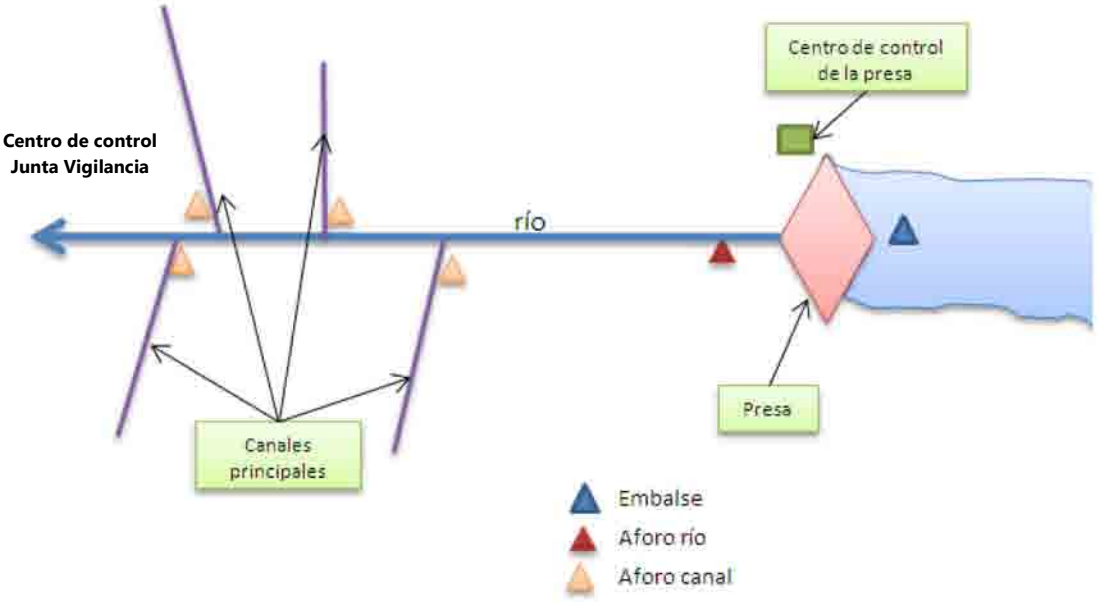


Figura 6.4-1. Esquema de los puntos de control definidos
Fuente: Elaboración propia

6.4.1.1. Estación fluviométrica de aforo aguas abajo de la presa

Se prevé la ejecución de una estación fluviométrica a pie de presa, aguas abajo de la salida de caudales, lo que permitirá conocer con certeza los caudales desaguados desde el embalse, particularmente con los rangos más bajos de caudal, para los cuales la información que puede proporcionar la propia presa (a partir de las curvas de desagüe de sus elementos de regulación) es poco precisa. Como criterio de diseño de la estación de aforos, se establece que su rango de medida con precisión alcance un caudal en torno al doble de la demanda máxima de riego prevista.

La estructura de control se compone de dos canales de diferente dimensión: el menor denominado "sensible" porque canaliza y mide con precisión los caudales más bajos (rango de los caudales ecológicos, por ejemplo), y el canal de mayores dimensiones que permitirá aforar con precisión un valor de hasta 70 m^3/s aproximadamente. Los caudales se aforarán mediante la instalación de un sensor limnímetro (tipo

piezorresistivo) que permitirá el registro continuo del nivel de agua en el canal, y cuyos datos técnicos se recogen a continuación:

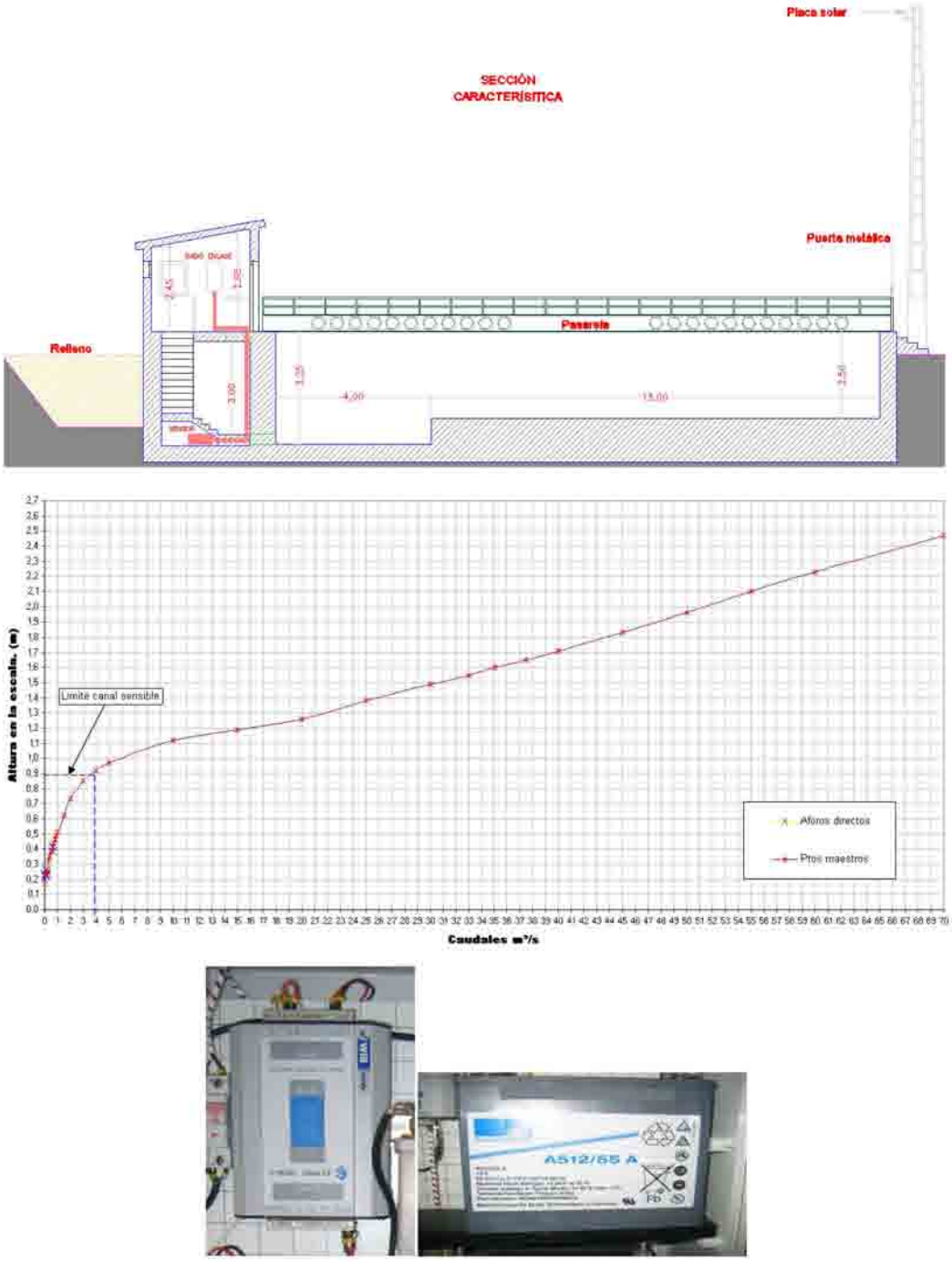


Figura 6.4-2. Esquema de estación de aforo aguas abajo de la presa y curva de gasto correspondiente para cada uno de los dos canales que la componen. Imagen del équido de radioenlace y baterías

Fuente: Elaboración propia

- Limnímetro piezorresistivo.

Información general

Fabricante	Endress+Hauser
Denominación del instrumento	Waterpilot FMX 168

Aplicación

Medida de niveles en pozos y plantas depuradoras

Funcionamiento y diseño del sistema

Principio de funcionamiento	Convierte la presión hidrostática que hay en una columna de líquido en una señal proporcional al nivel del líquido
Módulos	Waterpilot FMX 168 y fuente de alimentación de 12...30 V_{DC}
Construcción	Sensor de cable sin accesorios de montaje o con abrazadera de sujeción y caja de conexión IP 54
Transmisión de la señal	4...20 mA (dos hilos)

Entrada

Variable de proceso	Nivel determinado a partir de la medida de la presión hidrostática en una columna de líquido
Campo de medida	Fijado permanentemente desde 0,1 bar hasta 20 bar. Ver "Estructura del producto"

Salida

Señal de salida	4...20 mA
Unidades de evaluación	Conexión a fuentes de alimentación de transmisores, contactores o unidades de registro
Carga	300 Ω como máximo

Precisión

Condiciones de referencia	Conforme a DIN 16 086
Error de conformidad (incluyendo repetibilidad e histéresis)	±0,2% FS (conforme al procedimiento del punto límite)
Estabilidad a largo plazo	0,1% FS/año
Variación térmica	Señal cero y span de salida +/- 1% del span
Coeficiente de temperatura	Señal cero y span de salida ± 0,15% del span/10 K

Condiciones de servicio

Condiciones físicas

Rango de temperatura de funcionamiento	0...70°C
Temperatura de almacenamiento	-20...80°C
Protección de entrada	Caja de conexión IP 54
Compatibilidad electromagnética	Emisiones de interferencias conforme a EN 50081-1 Inmunidad a las interferencias conforme a EN 50082-2 y a la norma industrial NAMUR, con 10 V/m Recomendamos utilizar un cable apantallado para el instrumento

Medio del proceso

Rango de temperatura de proceso	0...70°C
Rango de presión de proceso	Véase la "Estructura del producto" para consultar los rangos de presión admisibles

Construcción mecánica

Material de las piezas en contacto con el agua

Cabezal de la sonda	1.4571
Cable de suspensión	Cable antideslizante con trenzado de alambre y capa aislante de polietileno (PE), radio de doblado mínimo de 200 mm y longitud de hasta 200 m sin protección adicional contra tirones
Obturador	Viton
Diafragma de proceso	Al_2O_3, cerámica de dedo de aluminio
Accesorios para el montaje	Abrazadera de sujeción de acero con mordazas de metal prensado galvanizado

Célula de medida

Líquido de relleno	Sin aceite, sensor seco

Fuente de alimentación

Tensión de alimentación	12...30 V dc

Certificados y autorizaciones

Protección contra explosiones	PTB 03 EEx ia IIC

Documentación adicional

Información técnica sobre el Waterpilot FMX 160: TI 188F/00/en Información sobre el sistema del Waterpilot FMX 160 / FMX 166: SI 028F/00/en

Por su cercanía, la alimentación eléctrica de la estación fluviométrica se realizará desde la instalación eléctrica de la propia presa. Las señales que generará el sensor se transmitirán mediante radioenlace al Centro de control de la presa, desde donde se establecerá la comunicación con el Centro de control instalado en la Junta de Vigilancia del Río Longaví. Los sistemas de comunicación estarán formados por los siguientes elementos:

- Terminal de radiotelemetría.

Los sistemas de transmisión de señales vía radio de Elpro proporcionan un medio de comunicación seguro y de bajo coste para el envío de señales analógicas y/o digitales a largas distancias.

La serie 105 de Elpro ha sido diseñada para facilitar su uso al operario, incluyendo alimentación, controlados por microprocesador, circuitos de entradas/salidas, transmisor radio y/o serie integrados en caja de aluminio.

La serie 105 ofrece, además, la posibilidad de conectar en serie RS485 con los módulos 105S bien para ampliar la capacidad de E/S bien para conectar diversos puntos no muy distantes de una planta utilizando únicamente un par de hilos

Su transmisor de radio bi-direccional no requiere de ningún tipo de licencia para su instalación facilitando así la rápida conexión entre puntos.

Elpro ha desarrollado un protocolo de comunicación que garantiza la integridad de las señales transmitidas no originando ninguna falsa señal, controlando en todo momento el estado de la comunicación pudiendo obtener de manera remota avisos de un fallo de comunicación, pérdida de alimentación, bateria baja.

La alta calidad del emisor de radio permite trabajar en cualquier tipo de ambiente, incluso

industriales donde suelen darse las condiciones más duras para la transmisión vía radio.

Dispone de todas las certificaciones necesarias para poder trabajar en los países de la CEE

La serie 105U de Elpro dispone de módulos para conexión con PLC con gran variedad de protocolos (Modbus, Allen Bradley DF1, Profibus, Ethernet,...), para más información consultar la hoja de especificaciones 105U-G.

Especificaciones técnicas

General

Tª ambiente: -20 a +60ºC 0-99% HR

De acuerdo con EMC 89/336/EEC, EN55022, EN50082-1, AS3548

Caja en extrusión de aluminio

Dimensiones: 130x185x60 mm

Terminales extraibles para fácil sustitución

Terminales para cables de 2.5 mm^2

Indicación LED de alimentación, estado, E/S y comunicación

Alimentación

12-24 VAC o 15-30 VDC, con protección de sobrecarga y polaridad inversa.

(Opcional transformador a 110-220 VAC)

Alimentación a batería de 11.5 a15 VDC

Incluye circuito de carga de batería para batería de 1.2-12 Ahr

Regulador para panel solar de hasta 30W y batería solar de 100Ahr

Monitorización interna de fallo de alimentación, nivel de carga solar y voltaje batería. Posibilidad de transmitir remotamente estos valores

Alimentación en lazo para transmisor: 2 hilos 24VDC 150mA

Transmisor de Radio

De un solo canal, sintetizado, modulación directa de frecuencia.

Frecuencia de cambio del sintetizador: 4 MHz

Frecuencia de trabajo: 405-490 MHz

Espacio entre canales: 12,5 KHz

Potencia de emisión: 500 mW

Sensibilidad receptor: 0,4 V(-114dBm) 12 dB SINAD

Detección de señal/RSSI: -120 a 100 dBm

Sujeto a cambios sin previo aviso.

De acuerdo con norma ETS 300 220 10-500 mW EIRP (Europa)

Alcance esperado: a 500mW EIRP: 10 Km

Posibilidad de extensión del rango mediante unidades 105U como repetidores

Conector de antena coaxial SMA o BNC

Protección mediante descargador de gas

Puerto Serie

RS232/485 a 9600 baud,8 bits, sin paridad, 1 bit stop

Conector RS232: 9 pin hembra

Conector RS485: terminales. Distancia máxima 2000 mts

Transmisión de datos

Transmisión por excepción con actualización periódica de datos

El tiempo de actualización es configurable por el usuario.

Transmisión de datos como cadena de bits con protocolo síncrono de 16 bit con función de chequeo de error CRC

Reconocimiento automático de integridad de señal y capacidad de 5 reintentos de envío antes de dar alarma de fallo de comunicación

Velocidades de transmisión

Radio: 4800 bd Serie 9600 bd

Tiempo de transmisión de radio típico: 80 ms

Programación

Mediante software gratuito basado en Windows a través de puerto serie RS232 9 pin hembra

- Antena

  Características mecánicas:

  - Mástil de sujeción: tubo de 50-60 mm de diámetro, anclado a estructura de hormigón.
  - Resistencia al viento: hasta 200 km/h
  - Peso: hasta 10 kg
  - Material: acero inoxidable y teflón

  Características radioeléctricas:

  - Márgenes de frecuencia: VHF banda baja: 68-88 Mhz
VHF banda alta: 146-174 Mhz
VHF banda trunking: 220-235 Mhz
UHF banda 450: 400-420 Mhz / 430-470 Mhz
  - Impedancia: 50 Ω
  - ROE <1,3 en Fo ±2%
  - ROE <1,5 en Fo ±10%
  - Conector entrada: Tipo N
  - Potencia admisible: 250 W
  - Polarización: de 16 a 20 dB

En fase de factibilidad, se deberá realizar el dimensionamiento de los canales que conformarán la estación fluviométrica así como la frecuencia de medición y envío de datos. También en función de las coberturas del sistema de radioenlace, se definirá la necesidad o no de establecer repetidores de la señal de radio.

6.4.1.2. Instalación en las Bocatomas

La Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes gestiona la distribución de los caudales de riego entre 18 bocatomas, todas con compuertas de regulación y aforadores, dotadas con reglilla de altura limnimétrica para el control del caudal, que es calculado y entregado a los interesados en planillas, según la dotación del río.

- Alimentador Digua, Remulcao Sur y Longaví Alto
- Quinta Alto A
- San José y Quinta Alto B
- San Marcos y San Nicolás
- La Sexta y La Tercera
- Robles Nuevos
- Quinta Abajo
- Robles Viejos
- Nogales-Membrillo y Nogales-Retiro
- San Ignacio
- Copihue
- Retiro
- Las Mercedes
- Rosas-La Piedad
- Primera Arriba
- El Carmen
- Maitenes-Cuñao-Lucero
- Primera Abajo

La Segunda Sección del Río Longaví gestiona una red de canales (matrices, derivados y subderivados), de los cuales únicamente se encuentran operativas 2 bocatomas:

- San Francisco
- Mantul

Con una inversión cercana a 120 millones de pesos, la Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes está desarrollando actualmente un Proyecto de Telemetría para automatizar la lectura de los caudales (que actualmente realizan los celadores), en 9 de los canales que gestiona: Robles Nuevos, Robles Viejos, El Carmen, Maitenes, Primera Abajo, Quinta Abajo, La Sexta, Las Mercedes, y Rosas-La Piedad.

Por tanto, el presente Estudio considera el equipamiento de las **11 bocatomas** restantes de los canales principales de riego, completando así el sistema para la toma y transmisión de datos (niveles) para la determinación de los caudales derivados en todas las bocatomas. Teniendo en cuenta el buen estado general de las estructuras de bocatomas existentes, no se ha previsto la necesidad de ejecutar obra civil adicional, salvo la obra menor para la instalación de los sensores. En cada bocatoma, la instalación prevista es la siguiente:

- Limnímetro (tipo piezorresistivo) para medida de niveles.
- Panel solar fotovoltaico de 60W soportado por mástil, para alimentación eléctrica.
- Antena del radioenlace, soportada en el mismo mástil del panel solar.
- Sistema de radioenlace (equipo emisor en el punto de medida y equipo receptor en el Centro de control y adquisición de datos) para el envío de señales de radiofrecuencia. En función de la distancia y potencia/coste de los equipos alternativos, en fase de Factibilidad se determinará la optimización y posible empleo de equipos repetidores para el radioenlace.
- Armario de protección para la instalación del equipo de radiofrecuencia, baterías, regulador-cargador eléctrico, protecciones eléctricas).

Tabla 6.4-1. Situación de las Estaciones de Telemetría en Bocatomas, Datum WGS84, Huso 19 Sur

2.1	Quinta Alto A	272.428	5.987.677	No
3.1	San José - Quinta Alto B	271.103	5.987.960	No
4.1	San Nicolás - San Marcos	268.078	5.992.843	No
5,1	La Sexta	266.698	5.994.660	Sí
6.1	Robles Nuevos	265.407	5.995.574	Sí
7.1	Quinta Abajo	265.271	5.996.433	Sí
8.1	Robles Viejos	263.938	5.997.037	Sí
9.1	Nogales Molinos	262.194	5.997.948	No
10.1	San Ignacio	262.198	5.997.950	No
12.1	Copihue	261.894	5.998.159	No
13.1	Retiro	259.561	6.000.282	No
14.1	Las Mercedes	259.437	6.000.702	Sí
15.1	Rosas La Piedad	259.376	6.000.788	Sí
16.1	Primera Arriba	258.629	6.002.140	No
17.1	El Carmen	257.711	6.003.664	Sí
18.1	Maitenes Cuñado Lucero	257.757	6.004.086	Sí
19.1	Primera Abajo	256.557	6.006.094	Sí
20.1	San Francisco	255.154	6.008.999	No
22.1	Mantul	253.337	6.019.903	No

Fuente: Elaboración propia

En la página siguiente se muestra su ubicación, determinada por las coordenadas de la Tabla 6.3-1.

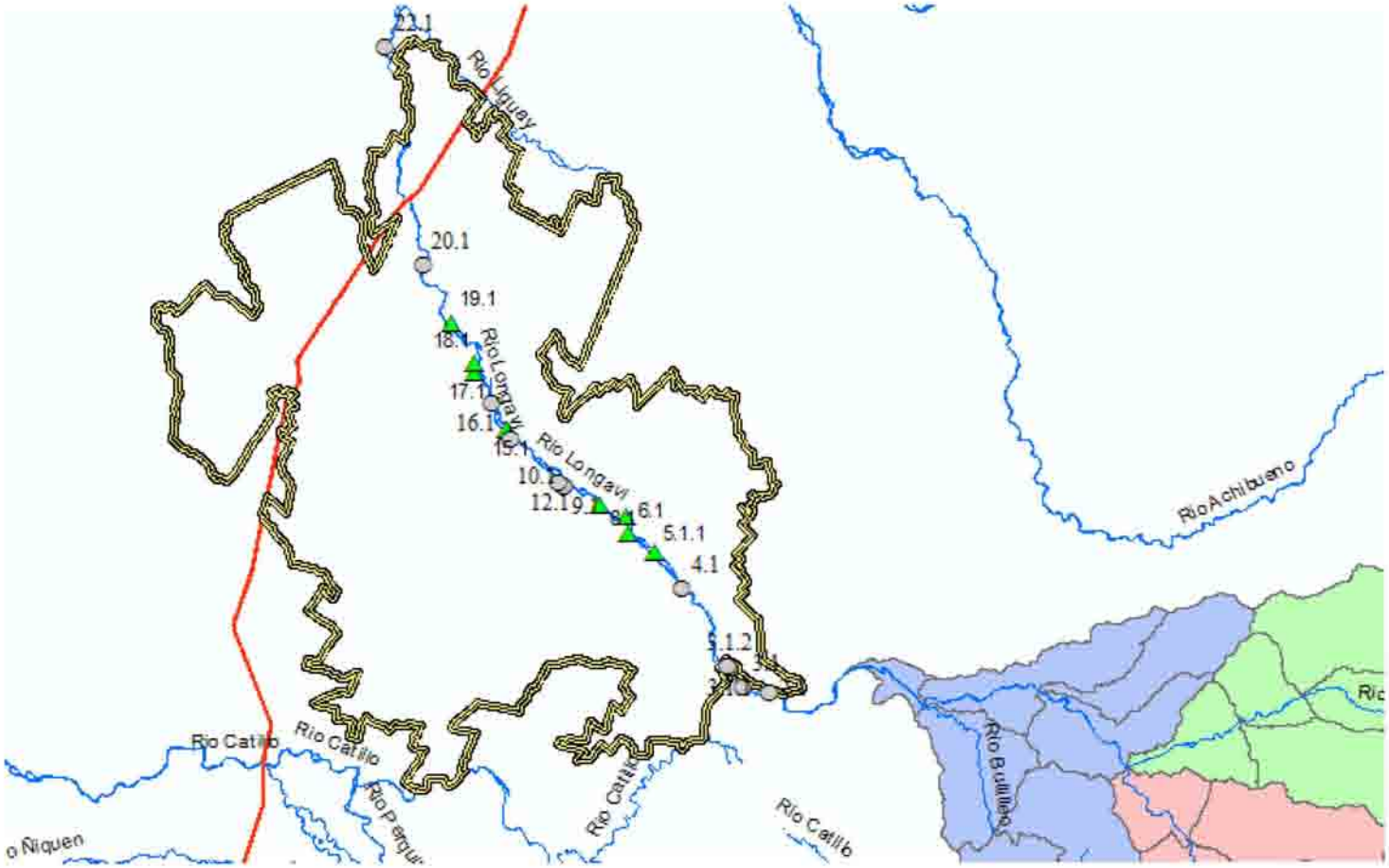


Figura 6.4-3. Situación de las Estaciones de Telemetría en las Bocatomas
Fuente: Elaboración propia

6.4.1.3. Centro de Control en la Junta de Vigilancia

En las oficinas de la Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes, se instalará un Centro de control que recopilará toda la información del sistema, es decir:

- Recepción de la señal emitida desde cada una de las bocatomas, para procesar con esa información (niveles) los caudales que se están derivando en cada momento.
- Comunicación con el Centro de control de la presa, para recibir la información de la estación fluviométrica a pie de presa, el estado del embalse (nivel) y para enviar las demandas de caudal que se necesita desembalsar en función de la época y de las necesidades concretas de riego.

Las instalaciones que componen este centro de control son:

- Estancia en oficinas para albergar el sistema (que se supone existente en la JVRL).
- Alimentación eléctrica en baja tensión.
- Sistema de comunicaciones con el Centro de control de la presa y con las Bocatomas.
- Concentrador de señales y PLC con computador y software para el procesado de los datos recibidos.

El sistema de adquisición de datos será el mismo que ya exista en la Junta de Vigilancia del Río Longaví y estará formado por un PC Industrial. Este sistema será el encargado de procesar las señales de los sensores y adaptarlas con el software correspondiente para la lectura directa.

6.4.1.4. Centro de control en la Presa

Complementariamente a las mediciones de caudal realizadas por la estación fluviométrica a pie de presa, el sistema de instrumentación de la presa (ya considerado en su presupuesto de construcción) determina también los caudales de salida y de entrada del embalse.

La determinación de los caudales de salida del embalse se realiza a través de las correspondientes curvas de gasto de los diferentes elementos de desagüe de la presa (evacuador de crecidas, desagüe de fondo y toma), en función del % de apertura (válvulas) o del nivel de agua (evacuador de crecidas). Los caudales de entrada al embalse se deducen de la variación de su volumen, midiendo de forma continuada los niveles de embalse. Con la variación temporal de dicho nivel y la curva de embalse (cota-volumen) se podrá calcular el caudal equivalente a la variación volumétrica, y sumando el caudal de salida se deduce el caudal de entrada. Los registros de esta variable (al igual que todos los demás correspondientes a la instrumentación de la presa), se concentrarán en el Centro de control de la presa, y se contrastarán con los datos de la estación fluviométrica, para lograr un mejor calibrado de los instrumentos de medida.

6.4.2. Valoración estimada del sistema

A continuación se incluye la estimación orientativa del coste de la instalación del sistema de control remoto de caudales. En la misma se ha considerado que la estación fluviométrica de pie de presa se ejecutará simultáneamente con la construcción de la propia presa a fin de aprovechar la existencia de la contraataguía y evitar la necesidad de desviar el río.

Tabla 6.4-2. Valoración estimada sistema de telemetría

ud	Obra civil de estación fluviométrica a pie de presa, incluso alimentación eléctrica.	1	84.375.000	84.375.000
ud	Caseta prefabricada para sensorización de estación fluviométrica.	1	4.860.000	4.860.000
ud	Sistema de comunicaciones vía cable, entre la estación fluviométrica de pie de presa y el Centro de control en la presa.	1	4.860.000	4.860.000
ud	Sistema de comunicación entre el centro de control de la presa y el Centro de Control de la Junta de Vigilancia del Río Longaví.	1	13.880.000	13.880.000
ud	Sistema de alimentación de energía en cada bocatoma, compuesto por: panel solar de 60W, armario compacto, antena, pararrayos, soporte para paneles, regulador fotovoltaico, baterías, protecciones, cables y elementos auxiliares.	11	2.362.500	25.987.500
m	Escala limnimétrica, totalmente instalada	11+1	50.625	607.500
ud	Limnímetro piezorresistivo con una precisión inferior al centímetro. Incluye caja de protección, suministro, instalación y calibrado	11+1	1.653.750	19.845.000
ud	Sistema de comunicaciones, incluyendo sistema de radioenlace, mástil, antena y puesta en marcha.	11+1	3.577.500	42.930.000
ud	Acondicionamiento de bocatomas para la instalación de sensores	1	16.875.000	16.875.000
ud	Instalación eléctrica, PLC y software del Centro de control de la Junta de Vigilancia del Río Longaví	1	8.328.000	8.328.000
	TOTAL			**222.548.000**

7. ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDROELÉTRICO

7.1. INTRODUCCIÓN

Para valorar adecuadamente la rentabilidad de la inversión de un embalse es necesario considerarlo como una obra multipropósito, susceptible de usos múltiples, además de su fin principal de regulación de los recursos hídricos disponibles para satisfacer las necesidades de riego. El aprovechamiento hidroeléctrico es un uso no consuntivo de los recursos, compatible con el uso para riego. Para ello, es preciso valorar su potencial y los costos de inversión necesarios.

Para el estudio del potencial hidroeléctrico de las soluciones de embalse, Cuesta Lara, El Mañío y Los Laureles, se considera la eventual construcción de una central a pie de presa, analizando los desniveles y caudales aprovechables para la generación de energía hidroeléctrica.

7.2. FASES DEL ESTUDIO

Se determina la potencia teórica asociada a la posible central de cada solución, diseñando preliminarmente las obras necesarias para incorporarlas como opcionales al resto de las obras que constituyen cada alternativa.

Las fases de este análisis serán las siguientes:

- Estimación de la potencia instalada, factor de planta y energía media anual de la central.
- Estimación de la configuración de la central.
- Estimación de los costes y presupuestos de las obras.

7.2.1. Estimación de la potencia nominal de la central

En esta fase es necesaria la identificación de la altura del posible aprovechamiento y el régimen de caudales a evacuar por el embalse, susceptibles de ser turbinados. Se calcula igualmente la potencia teórica de la central (MW) y la producción hidroeléctrica correspondiente, mensual y anual (GWh).

La posible minicentral hidroeléctrica se estudia en el supuesto de operación para turbinar los caudales de riego, el caudal ecológico y los caudales que el embalse debe dejar pasar sin regular para atender los derechos de agua consuntivos ubicados aguas abajo de éste. Fuera de temporada de riego se generarían sólo los caudales correspondientes al mínimo ecológico y los derechos consuntivos de aguas sin regulación, puesto que los demás caudales entrantes en el embalse serán retenidos. Por tanto, el régimen de caudales y las alturas son muy variables a lo largo del año.

En las Tablas siguientes se recogen los valores de los caudales medios a turbinar respectivamente en las tres soluciones de embalse (Cuesta Lara, El Mañío y Los Laureles), para los correspondientes escenarios. Los caudales evacuados son los obtenidos para atender las demandas de riego en los diferentes escenarios en situación futura, que se calcularon en el estudio de regulación.

Tabla 7.2-1. Caudales medios mensuales por toma y desagüe. **Cuesta Lara**.

Total escenario 1.1.a	4,15	21,67	46,23	49,20	39,59	32,52	30,90	25,24	21,53	25,19	9,21	5,60
Total escenario 1.1.b	3,60	18,31	43,78	48,50	39,48	32,51	30,88	25,35	22,02	27,20	13,31	5,97

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-2. Caudales medios mensuales por toma y desagüe. **El Mañío**.

Total escenario 1.1.a	4,15	21,67	46,22	49,19	39,59	32,52	30,90	25,23	21,52	25,27	9,12	5,60
Total escenario 1.1	3,32	14,03	37,99	45,87	39,08	32,46	30,84	25,29	22,58	31,16	18,18	9,56

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-3. Caudales medios mensuales por toma y desagüe. **Los Laureles**.

Total escenario 1.1	7,60	33,26	65,36	70,46	58,61	48,20	47,10	37,68	31,97	33,09	22,89	13,19
Total escenario 1.2	6,88	24,08	58,31	66,27	57,30	47,83	47,07	37,85	37,60	40,66	28,46	17,05
Total escenario 1.3	6,69	18,27	51,17	62,43	55,76	46,40	47,03	38,04	43,58	46,87	33,34	19,80
Total escenario 2.1	10,35	32,90	63,64	69,48	58,70	48,02	47,09	37,70	32,23	32,91	22,84	13,56
Total escenario 2.2	10,02	26,24	56,07	64,49	56,46	47,10	46,95	37,97	38,01	40,28	28,55	17,21
Total escenario 2.3	10,32	21,33	48,67	60,25	54,30	45,91	46,68	38,56	44,34	46,04	33,35	19,75

Fuente: Elaboración Propia

El caudal ecológico será de carácter constante durante cada mes. Se utiliza como caudal asociado a la demanda de riego el caudal medio correspondiente al volumen mensual de demanda de riego en cada mes. La distribución diaria y horaria del caudal de suelta dependerá de la existencia de turnos de riego, de tranques de regulación nocturna, etc., por lo cual el caudal real tendrá una mayor variabilidad. No obstante, se han realizado las estimaciones de potencia hidroeléctrica a partir de los caudales medios mensuales del año promedio.

El modelo de regulación realizado con el programa Aquatool-DMA proporciona los caudales medios mensuales (hm^3/mes) y el nivel de embalse al final de cada mes. La potencia nominal de la central (P_N) se calcula como:

$$P_N\,[MW] = \frac{9{,}81 \cdot Q_N \cdot \eta_{T.} \cdot H_N}{1000}$$

Para obtener el caudal de diseño real de cada alternativa se requiere cuantificar los ingresos y para ello se debe estimar el precio de venta de la energía, de la potencia firme, de los atributos por ERNC (Energías Renovables no Convencionales, Ley 20.257), la tasa de descuento esperada en el proyecto y el horizonte de evaluación. Para efectos de una evaluación relativa a un estudio de prefactibilidad, se consideró que el caudal nominal (Q_n), como primera aproximación al caudal de diseño de la central, corresponde al caudal medio anual. Este valor sirve para definir el tipo de turbina y los rangos de operación del equipo.

El rendimiento medio total (η_T) dependerá del tipo de turbinas y de la eficiencia hidráulica y electromecánica (turbina, generador y transformador de salida) y del consumo propio de la central, es decir, el rendimiento total es:

$$\eta_T = \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_s \cdot (1 - C_p)$$

Siendo:

η_t = rendimiento de la turbina.
η_g = rendimiento del generador.
η_s = rendimiento del transformador de salida.
C_p= consumo propio.

Para efectos del presente estudio, de acuerdo al manual de ENDESA "Elementos básicos de diseño de un grupo generador", se consideró lo siguiente:

- **Rendimiento de la turbina:** Independiente del tipo de turbina, los rendimientos de estos equipos para el caudal de diseño y una altura neta fija van desde 0,94 hasta 0,96. En el caso de la evaluación del potencial hidroeléctrico de Cuesta Lara, El Mañío y Los Laureles se consideró, de manera conservadora, que el rendimiento es igual a 0,91.
- **Rendimiento del generador:** Para generadores de más de 5.000 kVA, el rendimiento indicado en el manual citado anteriormente es de 0,98.
- **Rendimiento del transformador:** Análogamente, el rendimiento considerado es de 0,99.
- **Consumo propio:** El consumo propio se consideró igual a 1%.

En definitiva, el rendimiento total resultó ser igual a η_T **= 0,874**.

Con el fin de obtener la altura bruta del salto, se ha analizado la variación de los niveles del embalse durante el año, obtenidos del modelo de regulación (niveles medios mensuales). La altura bruta del salto se estimó como un promedio de los niveles medios mensuales de los embalses menos la cota de fondo del río. Los valores de nivel de agua en embalse y las estadísticas mensuales manejadas se encuentran en el Anexo 4.

La altura neta, para efectos de evaluación del potencial energético y de acuerdo con una ingeniería a nivel de prefactibilidad, se consideró como un 90% de la altura bruta. Esto corresponde a una aproximación inicial, dado que las pérdidas de carga definitivas se obtienen con las dimensiones hidráulicas finales de las conducciones.

En definitiva, dado que a este nivel de ingeniería son varias las posibles soluciones de las conducciones, y teniendo en cuenta la experiencia, es aceptable proyectar una previsión de pérdidas de carga de 10% de la altura bruta (H_n=0,9 H_{bruta}), es decir:

$$H_n = 0{,}9 * (Z_{\text{lámina agua embalse}} - Z_{\text{nivel de descarga}})$$

En el caso de una central hidroeléctrica al pie del embalse, la conducción es la obra de entrega a riego más una derivación desde dicha tubería a la casa máquinas. En caso de disponer de dos turbinas, hay que proyectar una bifurcación.

7.2.1.1. Reglas básicas de operación

Para la evaluación del potencial hidroeléctrico, se consideraron 2 reglas de operación:

a) Variación del caudal turbinado: Independiente del tipo, las turbinas hidráulicas admiten caudales entre un 25% y 110% del caudal nominal (Qn). En caso de que el caudal sea menor a 25% del caudal nominal la turbina no funcionará, es decir, la generación será 0. En caso que el caudal supere al 110% del caudal nominal (Qn), la generación estará limitada al caudal máximo que acepte la turbina.
b) Variación de la altura neta/bruta: A nivel de predimensionamiento el USBR propone los siguientes rangos de funcionamiento respecto del salto neto de diseño:

Tabla 7.2-4. Rangos de variación de la altura neta admisibles por turbinas.

Francis	125	65
Semi Kaplan (álabes fijos)	110	90
Kaplan (álabes móviles)	125	65

Fuente: Elaboración propia

Dependiendo del fabricante, en el caso de las turbinas Francis, las alturas netas pueden fluctuar entre el 125% hasta el 65% de la altura neta. Para efectos de la evaluación del potencial hidroeléctrico, de manera conservadora, se consideró que la altura fluctúa entre ±20%.

7.2.1.2. Potencia estimada

a) Número de turbinas

Además del beneficio económico que se obtiene al proyectar 2 turbinas, hay otras ventajas adicionales, las cuales se describen a continuación:

- Explotación de la central: Disponer de solo una turbina en cada casa de máquinas, genera un riesgo en la explotación de la central en el momento de requerir una mantención. Si se considera que se realizarían mantenciones anuales de 7 días. Con 2 turbinas, se podría realizar una mantención de 7 días en una turbina y, al término de dicha mantención, hacer una mantención de 7 días a la otra turbina. Bajo este escenario, durante dichos períodos, la central generará, la mitad de la energía. Con una turbina existirán al menos una vez al año períodos de tiempo donde no se generará energía, ni se percibirán ingresos.
- Compra de repuestos: La compra de repuestos para las turbinas de la casa de máquinas, bajo la condición de proyectar 2 turbinas, será más económica dado que los equipos son de menor tamaño.
- Mayor oferta de equipamiento: En general, proyectar turbinas de mayor tamaño y potencia (escenario con 1 turbina) limitará el mercado de proveedores. Sucede lo contrario en el caso de proyectar turbinas de menor tamaño y potencia (con 2 turbinas).
- Altura de la casa de máquinas: La altura útil de la casa de máquinas, desde el nivel del piso principal hasta el gancho del puente grúa, depende de la longitud del eje de la turbina. Una turbina de mayor tamaño, requiere de un eje más largo que el de una turbina de menor potencia. Disponer de dos turbinas pequeñas en cada casa de máquinas, implicará una disminución de los ejes de la turbina y, por ende, de una disminución de la altura de la casa de máquinas.
- Capacidad del puente grúa: A partir de lo anterior, la capacidad del puente grúa está determinada por el peso de algún componente de la turbina o del generador. Turbinas de menor potencia, generan componentes más livianos y, finalmente, un puente grúa de menor capacidad.
- Costo del transporte del equipamiento a la zona del proyecto: El costo del transporte de un equipo más liviano es menos costoso que el de un equipo más pesado.

En vista de los argumentos anteriormente expuestos (beneficios por generación, casa de máquinas de menor altura, etc…) se recomienda proyectar 2 turbinas.

b) Caudal nominal de las distintas alternativas

A partir de la serie de caudales medios mensuales desaguados en cada alternativa de presa, obtenidos en el estudio de regulación, se obtuvieron los caudales nominales para las distintas alternativas, considerando el caudal medio anual, esto es:

Tabla 7.2-5. Caudales nominales

Cuesta Lara	25,92	26,0
El Mañío	25,91	26,0
Los Laureles	39,12	40,0

Fuente: Elaboración propia

c) Alturas máximas y mínimas admisibles

Los niveles de embalse, de acuerdo al modelo de regulación, para las tres alternativas de embalse bajo los distintos escenarios de evaluación, resultaron ser los siguientes:

Considerando una cota en el río de 500,00 m s.n.m., 600,00 m s.n.m. y 635,00 m s.n.m., para los embalses Los Laureles, Cuesta Lara, El Mañío respectivamente, se tienen alturas brutas medias disponibles iguales a:

Tabla 7.2-6. Alturas brutas medias (m). Cuesta Lara

Cuesta Lara 1.1.a (m)	71,54	97,30	105,11	106,20	106,47	106,61	106,58	105,17	97,97	67,84	46,73	43,15
Cuesta Lara 1.1.b (m)	76,64	106,51	117,35	119,42	119,91	120,04	120,02	118,64	112,02	91,45	56,44	48,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.2-7. Alturas brutas medias (m). El Mañío

El Mañío 1.1.a (m)	53,44	76,31	83,60	84,64	84,93	85,10	85,07	83,84	77,18	50,32	32,95	30,24
El Mañío 1.1 (m)	82,04	101,97	112,76	115,97	116,48	116,57	116,55	116,08	112,00	98,66	82,77	69,97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.2-8. Alturas brutas medias (m). Los Laureles

Los Laureles 1.1 (m)	65,37	83,91	92,76	95,56	95,84	95,92	95,90	95,41	91,51	79,70	64,50	54,41
Los Laureles 1.2 (m)	70,93	93,89	105,62	110,02	110,95	111,17	111,16	110,56	104,71	90,55	73,83	60,88
Los Laureles 1.3 (m)	74,88	99,30	113,50	119,07	120,59	121,45	121,45	120,84	112,42	97,78	79,98	65,42
Los Laureles 2.1 (m)	61,67	80,82	91,83	95,41	95,66	95,90	95,88	95,37	91,09	79,32	64,35	53,88
Los Laureles 2.2 (m)	68,94	89,95	103,94	109,63	110,87	111,53	111,63	110,92	104,49	91,29	74,85	62,32
Los Laureles 2.3 (m)	69,50	93,04	110,11	117,50	119,65	120,77	120,96	119,98	110,27	96,84	78,11	63,03

Fuente: Elaboración propia

A partir de las tablas anteriores, los niveles medios de cada alternativa resultaron ser los siguientes:

Tabla 7.2-9. Niveles medios

Cuesta Lara 1.1.a	88,39
Cuesta Lara 1.1.b	100,57
El Mañío 1.1.a	68,97
El Mañío 1.1	103,49
Los Laureles 1.1	84,23
Los Laureles 1.2	96,19
Los Laureles 1.3	103,89
Los Laureles 2.1	83,43
Los Laureles 2.2	95,86
Los Laureles 2.3	101,65

Fuente: Elaboración propia

Considerando las restricciones de operación de las turbinas indicadas en la Tabla 7.2-4, las alturas brutas disponibles para generar se muestran en la siguiente Tabla. Se observa que en la alternativa el Mañío 1.1, los niveles son lo suficientemente bajos para impedir el funcionamiento de la turbina en varios meses, excepto los meses de Mayo y Diciembre. Esto implicará un bajísimo factor de planta de la central al pie.

Tabla 7.2-10. Alturas brutas medias disponibles para generar (m)

Cuesta Lara 1.1.a	71,54	97,30	105,11	0,00	0,00	0,00	0,00	105,17	97,97	0,00	0,00	0,00
Cuesta Lara 1.1.b	0,00	106,51	117,35	119,42	119,91	120,04	120,02	118,64	112,02	91,45	0,00	0,00
El Mañío 1.1.a	0,00	76,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,18	0,00	0,00	0,00
El Mañío 1.1	0,00	101,97	112,76	115,97	116,48	116,57	116,55	116,08	112,00	98,66	0,00	0,00
Los Laureles 1.1	0,00	83,91	92,76	95,56	95,84	95,92	95,90	95,41	91,51	79,70	0,00	0,00
Los Laureles 1.2	0,00	93,89	105,62	110,02	110,95	111,17	111,16	110,56	104,71	90,55	0,00	0,00
Los Laureles 1.3	0,00	99,30	113,50	119,07	120,59	121,45	121,45	120,84	112,42	97,78	0,00	0,00
Los Laureles 2.1	0,00	80,82	91,83	95,41	95,66	95,90	95,88	95,37	91,09	79,32	0,00	0,00
Los Laureles 2.2	0,00	89,95	103,94	109,63	110,87	111,53	111,63	110,92	104,49	91,29	0,00	0,00
Los Laureles 2.3	0,00	93,04	110,11	117,50	119,65	120,77	120,96	119,98	110,27	96,84	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia

d) Caudales máximos y mínimos

Considerando los caudales nominales, las reglas de operación, y la configuración de 2 turbinas por cada escenario, los caudales disponibles para generar de ambos embalses son los siguientes:

Tabla 7.2-11. Caudales disponibles para generación (m^3/s). **Cuesta Lara.**

Cuesta Lara 1.1.a	4,15	21,67	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	25,24	21,53	25,19	9,21	5,60
Cuesta Lara 1.1.b	3,60	18,31	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	25,35	22,02	27,20	13,31	5,97

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-12. Caudales disponibles para generación (m^3/s). **El Mañío.**

El Mañío 1.1.a	4,15	21,67	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	25,23	21,52	25,27	9,12	5,60
El Mañío 1.1.b	3,32	14,03	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	25,29	22,58	26,00	18,18	9,56

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-13. Caudales disponibles para generación (m^3/s). **Los Laureles.**

Los Laureles 1.1	7,60	33,26	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	37,68	31,97	33,09	22,89	13,19
Los Laureles 1.2	6,88	24,08	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	37,85	37,60	40,66	28,46	17,05
Los Laureles 1.3	6,69	18,27	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	38,04	43,58	40,00	33,34	19,80
Los Laureles 2.1	10,35	32,90	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	37,70	32,23	32,91	22,84	13,56
Los Laureles 2.2	10,02	26,24	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	37,97	38,01	40,28	28,55	17,21
Los Laureles 2.3	10,32	21,33	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	38,56	40,00	40,00	33,35	19,75

Fuente: Elaboración Propia

e) Tipo de turbinas

De acuerdo a lo indicando en el ítem anterior, los caudales nominales y las alturas medias, son las siguientes:

Tabla 7.2-14. Niveles y caudales nominales.

Cuesta Lara 1.1.a	88,39	26,0
Cuesta Lara 1.1.b	100,57	26,0
El Mañío 1.1.a	68,97	26,0
El Mañío 1.1	83,92	26,0
Los Laureles 1.1	84,23	40,0
Los Laureles 1.2	96,19	40,0
Los Laureles 1.3	103,89	40,0
Los Laureles 2.1	83,43	40,0
Los Laureles 2.2	95,86	40,0
Los Laureles 2.3	101,65	40,0

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los caudales y niveles indicados en las tablas anteriores, se determinó que las turbinas de los saltos hidroeléctricos evaluados sean del tipo Francis, que admiten una gran variabilidad de la altura neta (125% a 65% de acuerdo a la

Tabla 7.2-4 Tabla 7.2-4). Su adecuación se muestra en el diagrama de la Figura 7.2-1 ("Elementos básicos de diseño de un grupo generador", ENDESA 1983), en donde se representa con una señal azul a la envolvente de los puntos de intersección indicados en las tablas de niveles y caudales. En definitiva se establecen 2 turbinas Francis, independientemente de la alternativa que se desarrolle en el futuro.

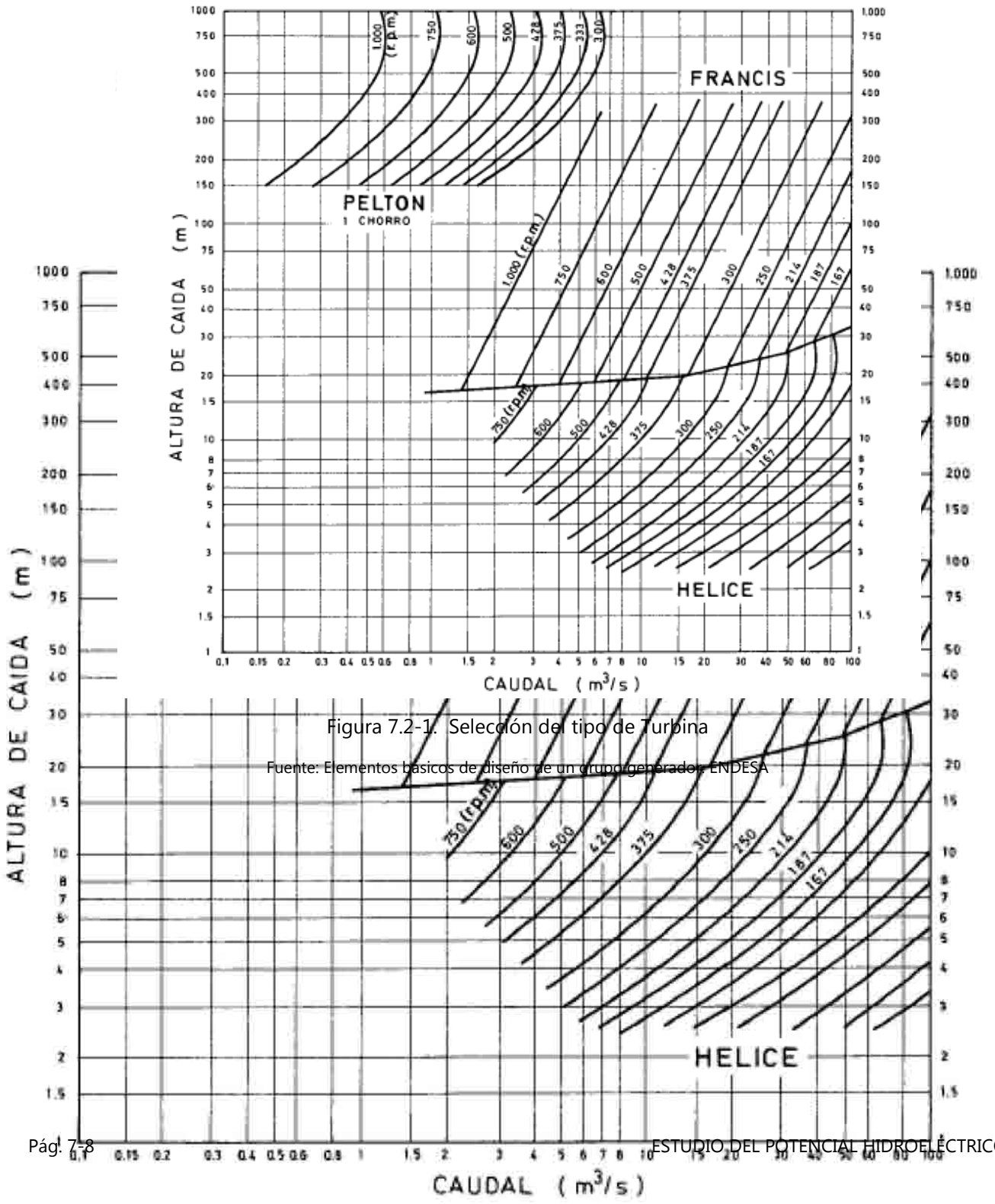


Figura 7.2-1. Selección del tipo de Turbina

Fuente: Elementos básicos de diseño de un grupo generador, ENDESA

f) Potencias y generación

En resumen, las potencias y las generaciones estimadas fueron las siguientes:

Tabla 7.2-15. Potencias (MW). Cuesta Lara

Cuesta Lara 1.1.a	2,29	16,26	21,07	0,00	0,00	0,00	0,00	20,46	16,26	0,00	0,00	0,00
Cuesta Lara 1.1.b	0,00	15,03	23,52	23,94	24,03	24,06	24,06	23,19	19,01	19,18	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-16. Potencias (MW). El Mañío

El Mañío 1.1.a	0,00	12,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,81	0,00	0,00	0,00
El Mañío 1.1	0,00	11,03	22,60	23,24	23,35	23,36	23,36	22,63	19,50	19,78	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-17. Potencias (MW). Los Laureles

Los Laureles 1.1	0,00	21,52	28,60	29,47	29,55	29,58	29,57	27,72	22,55	20,33	0,00	0,00
Los Laureles 1.2	0,00	17,43	32,57	33,93	34,21	34,28	34,28	32,26	30,35	28,38	0,00	0,00
Los Laureles 1.3	0,00	13,98	35,00	36,72	37,19	37,45	37,45	35,44	37,77	30,15	0,00	0,00
Los Laureles 2.1	0,00	20,50	28,32	29,42	29,50	29,57	29,57	27,72	22,64	20,12	0,00	0,00
Los Laureles 2.2	0,00	18,19	32,05	33,81	34,19	34,39	34,42	32,47	30,61	28,35	0,00	0,00
Los Laureles 2.3	0,00	15,30	33,95	36,23	36,90	37,24	37,30	35,66	34,00	29,86	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

En tanto las generaciones medias anuales, son las siguientes:

Tabla 7.2-18. Generación media anual (GWh). Cuesta Lara

Cuesta Lara 1.1.a	1,65	12,09	15,17	0,00	0,00	0,00	0,00	14,73	12,10	0,00	0,00	0,00
Cuesta Lara 1.1.b	0,00	11,19	16,94	17,81	17,88	17,32	17,90	16,70	14,15	14,27	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-19. Generación media anual (GWh). El Mañío

El Mañío 1.1.a	0,00	9,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,53	0,00	0,00	0,00
El Mañío 1.1	0,00	8,21	16,27	17,29	17,37	16,82	17,38	16,29	14,51	14,71	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-20. Generación media anual (GWh). Los Laureles

Los Laureles 1.1	0,00	16,01	20,59	21,92	21,99	21,30	22,00	19,96	16,78	15,12	0,00	0,00
Los Laureles 1.2	0,00	12,97	23,45	25,24	25,45	24,68	25,50	23,23	22,58	21,12	0,00	0,00
Los Laureles 1.3	0,00	10,40	25,20	27,32	27,67	26,96	27,86	25,51	28,10	22,43	0,00	0,00
Los Laureles 2.1	0,00	15,25	20,39	21,89	21,95	21,29	22,00	19,96	16,84	14,97	0,00	0,00
Los Laureles 2.2	0,00	13,54	23,08	25,15	25,44	24,76	25,61	23,38	22,78	21,09	0,00	0,00
Los Laureles 2.3	0,00	11,38	24,45	26,96	27,45	26,81	27,75	25,68	25,30	22,22	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, las generaciones, las potencias y los factores de planta para alternativa evaluada resultaron ser las siguientes:

Tabla 7.2-21. Niveles y caudales nominales. **Cuesta Lara**

Cuesta Lara 1.1.a	88,39	26,0	6,36	21,07	30,19%	55,74
Cuesta Lara 1.1.b	100,57	26,0	16,34	24,06	67,89%	144,14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-22. Niveles y caudales nominales. **El Mañío**

El Mañío 1.1.a	68,97	26,0	2,13	12,81	16,63%	19,01
El Mañío 1.1	83,92	26,0	15,74	23,36	67,36%	138,86

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2-23. Niveles y caudales nominales. **Los Laureles**

Los Laureles 1.1	84,23	40,0	19,91	29,58	67,30%	175,67
Los Laureles 1.2	96,19	40,0	23,14	34,28	67,50%	204,23
Los Laureles 1.3	103,89	40,0	25,10	37,77	66,44%	221,46
Los Laureles 2.1	83,43	40,0	19,78	29,57	66,88%	174,54
Los Laureles 2.2	95,86	40,0	23,21	34,42	67,42%	204,82
Los Laureles 2.3	101,65	40,0	24,70	37,30	66,23%	218,00

Fuente: Elaboración Propia

De las tablas anteriores se observan que los factores de planta, para Cuesta Lara, van entre un 30% y 67%. La gran variabilidad de los factores de planta tiene relación directa con las alturas de operación de la turbina. En el caso del escenario 1.1 de Cuesta Lara la altura máxima y mínima de operación son 106,07 y 70,71m, respectivamente, existiendo 7 meses en que la altura del embalse supera el máximo permitido por la turbina, por lo tanto, por seguridad la turbina no deberá funcionar. En el caso del escenario 1.2 de Cuesta Lara la altura máxima y mínima de operación son 120,04 y 80,45 m, respectivamente, obteniendo solo 3 meses en que la turbina supera el máximo.

Para El Mañío 1.1, el factor de planta es muy bajo ya que durante la mayoría del año los niveles de operación de la turbina no son suficientes para la generación de energía. El Mañío 1.2 tiene una mayor altura de operación y, por lo tanto, una mayor generación y una mejora considerable del factor de planta.

Por su parte, para Los Laureles los factores de planta aumentan y rondan el 67% en todos los escenarios. El factor de planta se estimó de la siguiente manera:

$$FP = \frac{Potencia\ media}{Potencia\ instalada}$$

A un proyecto hidroeléctrico tradicional, es decir, que debe ser capaz de costear las obras de captación, conducciones, casa de máquinas (o caverna de máquinas), equipos de generación, obras de restitución, sistema de transmisión de energía y obras anexas (caminos, puentes, etc…) se le exige un factor de planta mayor o igual al 60%. En este caso particular, cuando la generación hidroeléctrica debe ser capaz de costear sólo la casa de máquinas, la obra de restitución y el sistema de transmisión eléctrica, podría ser rentable un salto hidroeléctrico con un factor de planta sensiblemente menor.

7.2.2. Configuración de la central

La definición de la central se realiza una vez afinado el estudio de aprovechamiento hidroeléctrico en cuanto a su tipología, ubicación, equipos principales de generación (en función del rango de variación de caudales y de la presión o altura hidrostática), y subestación eléctrica de transformación.

En la presente etapa se presenta una solución tipo de casa de máquinas, la cual en etapas de ingeniería posteriores se deberá ajustar a la topografía del salto hidroeléctrico más conveniente. En base al desarrollo de casas de máquinas similares en Chile, puede considerarse que para alojar dos turbinas que sumen una potencia de entre 12 MW y 30 MW, es suficiente una casa de máquinas de 33,0x15,0 m^2.

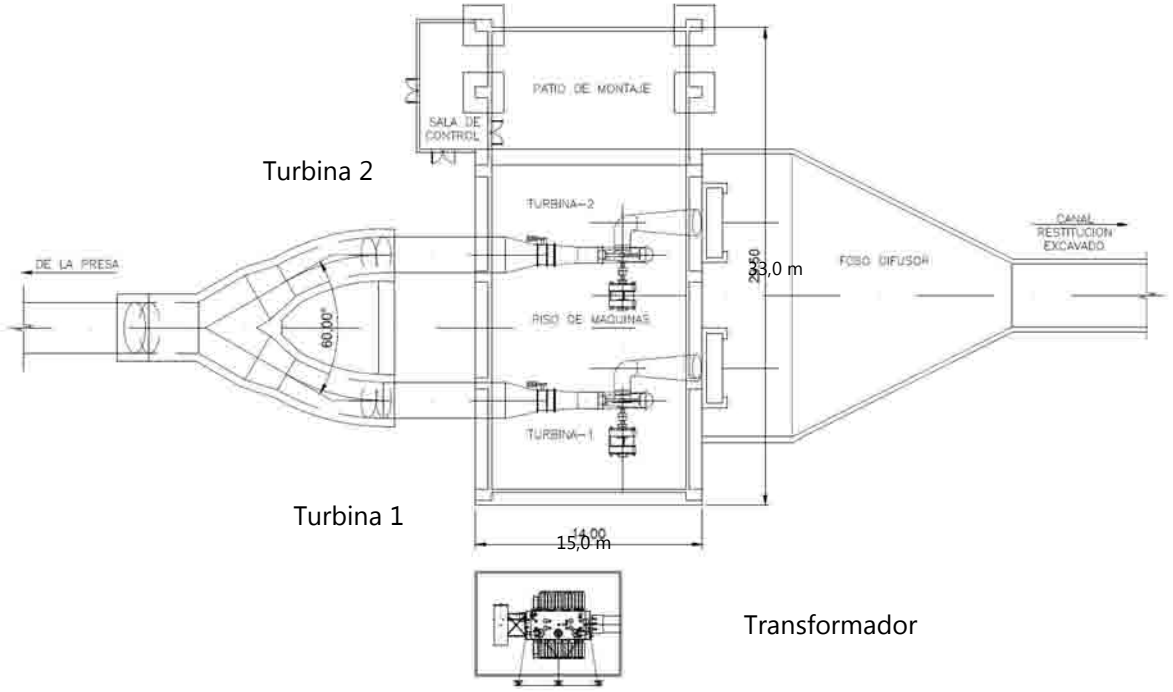


Figura 7.2-2. Casa de máquinas. Planta

En cuanto a superficie, la diferencia de tamaño entre casas de máquinas de 10 MW o de 20W no es el doble. En ese rango de potencias lo que hace la diferencia no es la superficie necesaria, si no que la profundidad que necesita el eje de la turbina para impedir la cavitación del flujo. Una turbina de 20 MW de potencia, necesita que su eje esté a profundidad mayor que una turbina del mismo tipo y menos potencia.

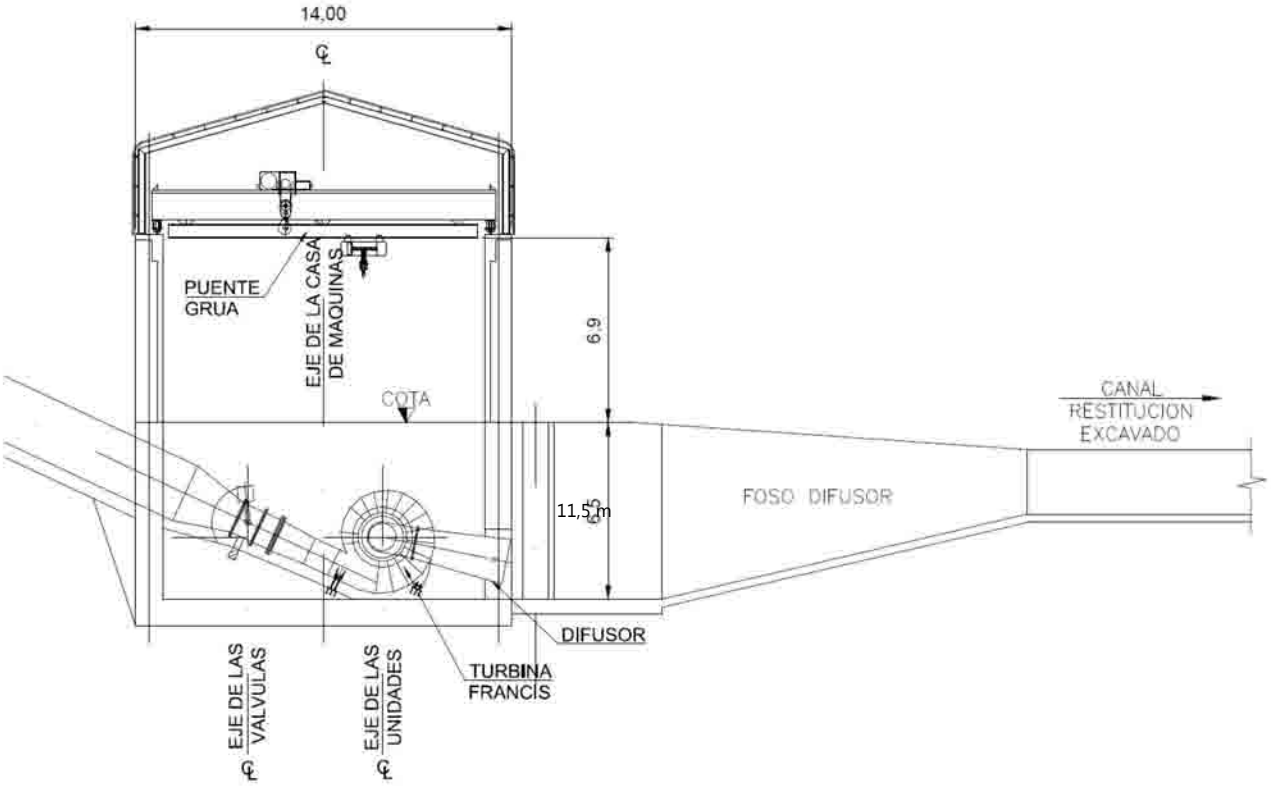


Figura 7.2-3. Casa de máquinas. Corte longitudinal

7.2.3. Costos de operación y mantención

Los costos de operación y mantención (O&M) de las centrales hidroeléctricas son bajos, porque en general requieren muy poco mantenimiento, no tienen los costos recurrentes de energía (combustible ni consumo eléctrico), o de operarios. Los costos de O&M corresponden al mantenimiento y limpieza de los elementos mecánicos sometidos al desgaste normal, incluyendo repuestos y reparaciones. Se pueden estimar como un porcentaje anual del costo de inversión. El estudio del Consejo Europeo de Energías Renovables utiliza un 4% para los costos de O&M de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, pero es demasiado alto para centrales hidroeléctricas de más de 20 MW de potencia. El WEO, estudio hecho por la Agencia Internacional de Energía (IEA), utiliza un 2% para proyectos hidroeléctricos de gran escala, y el 3% para proyectos pequeños.

En el presente Estudio, el costo de operación y mantención de la central se estima en función de la potencia instalada "P", de acuerdo con la publicación técnica "Introducción al Proyecto de Centrales Hidroeléctricas", F. Harambour. Marzo 2003.

$$C_{O\&M}\begin{bmatrix}US\$\\ año\end{bmatrix} = (K \cdot P^{0,59}) \cdot 1000$$

En donde K es un factor que varía entre 18 y 60, por ejemplo Ralco considera un factor K cercano a 60. Una central pequeña, debiera utilizar un factor K cercano a 18. Considerando que el costo de operación y mantención solo debe ser capaz de la mantención de la casa de máquinas y que la central es de menos de 20 MW, se consideró K=18.

Con este valor, actualizado con el IPC proporcionado por el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (incremento del 44% desde septiembre 2003 hasta septiembre de 2014), los costos anuales son los siguientes:

Tabla 7.2-24. Niveles y caudales nominales

Cuesta Lara 1.1.a	21,07	108.701	156.529
Cuesta Lara 1.1.b	24,06	117.554	169.278
El Mañío 1.1.a	12,81	81.045	116.705
El Mañío 1.1	23,36	115.524	166.354
Los Laureles 1.1	29,58	132.789	191.216
Los Laureles 1.2	34,28	144.859	208.597
Los Laureles 1.3	37,77	153.387	220.877
Los Laureles 2.1	29,57	132.762	191.177
Los Laureles 2.2	34,42	145.208	209.100
Los Laureles 2.3	37,30	152.258	219.252

Fuente: Elaboración Propia

7.2.4. Estimación de costos y presupuestos de las obras

De acuerdo a proyectos desarrollados por TYPSA en Chile, a nivel de prefactibilidad, el costo medio de la obra civil de la casa de máquinas es de 3.000 US$/m^2. En esta estimación, se ha considerado incluido el costo del canal de restitución debido a que la casa de máquinas se proyecta al pie de presa y muy cerca al río Longaví, y por lo tanto, dicho costo es muy reducido. Las partidas más importantes son los equipos y la casa de máquinas.

El costo del equipamiento (turbina, generador y transformador) para la potencia que se contempla, se puede estimar en 500.000 US$/MW instalado. Por tanto, el costo de las casas de máquinas para los distintos escenarios evaluados son los siguientes:

Tabla 7.2-25. Costos de casas de máquinas

Cuesta Lara 1.1.a	88,39	26,0	495	21,07	12.020.000	570
Cuesta Lara 1.1.b	100,57	26,0	495	24,06	13.515.000	562
El Mañío 1.1.a	68,97	26,0	495	12,81	7.890.000	616
El Mañío 1.1	83,92	26,0	495	23,36	13.165.000	564
Los Laureles 1.1	84,23	40,0	495	29,58	6.275.000	550
Los Laureles 1.2	96,19	40,0	495	34,28	18.625.000	543
Los Laureles 1.3	103,89	40,0	495	37,77	20.370.000	539
Los Laureles 2.1	83,43	40,0	495	29,57	6.270.000	550
Los Laureles 2.2	95,86	40,0	495	34,42	8.695.000	543
Los Laureles 2.3	101,65	40,0	495	37,30	20.135.000	540

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la línea de transmisión (66 kV), se estima que el costo por kilómetro de la línea está entre 400.000 y 450.000 US$/km, adoptando un valor de 430.000 US$/km.

Este costo fue estimado en base a proyectos de líneas de transmisión presentados en el SEIA. A modo de ejemplo, un proyecto de línea de alta tensión en la zona es el proyecto es la "Línea de Alta Tensión La Mina - Loma Alta y Subestaciones" (VII Región), con un costo declarado de 13 millones de dólares para una línea de 25 km; por lo tanto, el costo por kilómetro de es de 500.000 US$/km. Aunque el costo puede parecer muy alto, este valor se justifica en la naturaleza de la propia línea eléctrica (alta tensión, debido a la distancia), los costes de servidumbre, y la necesidad de tener en cuenta los altos costos de la subestación elevadora de tensión en la presa y la adecuación del punto de interconexión al SIC o la adecuación de la subestación en el punto de destino (Parral).

En el caso del potencial hidroeléctrico de los embalses Cuesta Lara, El Mañío y Los Laureles, el costo unitario de la obra civil de la casa de máquinas y las unidades de generación, incluyendo el transformador, está entre los 539 y 616 US$/kW (ver cuadro anterior). Si se añade el coste de la tubería y bifurcador, la subestación y la obra de restitución al cauce, se debería considerar un incremento de unos 300 US$/kW.

El costo de un proyecto hidroeléctrico tradicional (incluyendo obras de toma y conducción de aducción), ronda entre 2.000 y 3.000 US$/kW instalado, pudiendo aumentar en torno al 10% por contingencias e imprevistos, cuando existen obras subterráneas.

En la zona aledaña al proyecto, existe el proyecto de aprovechamiento del potencial hidroeléctrico del embalse Bullileo, que usará como línea de evacuación de energía las líneas de distribución existentes ya que la energía a transportar es baja (<8 MW). Por esta razón no sería posible conectar la futura línea de transmisión de alguna de las alternativas a dicha línea y se debería construir una línea hasta la conexión al SIC. Las líneas tendrían una longitud de 53 km en el caso de los embalses que están en el extremo aguas arriba del río Longaví o 43 km en el caso del embalse los Laureles. Todo lo anterior, se muestra en las siguientes figuras:

Figura 7.2-4. Línea intersección al SIC – Embalse el Mañío-Cuesta Lara (Longitud aprox. = 53 km)

Figura 7.2-5. Línea intersección al SIC – Embalse Los Laureles (Longitud aprox = 43 km)

También se puede optar por la interconexión en la subestación de Parral, con un trazado de la línea acompañando la ruta L-75 hasta Parral, con un recorrido total muy similar (unos 40 km desde Los Laureles).

Con estas consideraciones, se valoran los siguientes presupuestos de construcción.

Tabla 7.2-26. Presupuestos de las Centrales

Cuesta Lara 1.1.a	21,07	1.485.000	10.535.000	22.790.000	34.810.000
Cuesta Lara 1.1.b	24,06	1.485.000	12.030.000	22.790.000	36.305.000
El Mañío 1.1.a	12,81	1.485.000	6.405.000	22.790.000	30.680.000
El Mañío 1.1	23,36	1.485.000	11.680.00	22.790.000	35.955.000
Los Laureles 1.1	29,58	1.485.000	14.790.000	18.490.000	34.7650000
Los Laureles 1.2	34,28	1.485.000	17.140.000	18.490.000	37.115.000
Los Laureles 1.3	37,77	1.485.000	18.885.000	18.490.000	38.860.000
Los Laureles 2.1	29,57	1.485.000	14.785.000	18.490.000	34.760.000
Los Laureles 2.2	34,42	1.485.000	17.210.000	18.490.000	37.185.000
Los Laureles 2.3	37,30	1.485.000	18.650.000	18.490.000	38.625.000

Fuente: Elaboración Propia

8. ANALISIS DE COSTOS

8.1. DESCRIPCIÓN

Ya realizado el estudio de regulación y los diseños preliminares que corresponden a las tres soluciones de embalse (Los Laureles, Cuesta Lara y El Mañío), en el presente capítulo se expone la valoración de las obras propuestas.

8.2. OBRAS Y PARTIDAS A CONSIDERAR.

Para la evaluación de los costos de cada solución se han considerado las obras principales desarrolladas en los diseños, más otras partidas asociadas a su ejecución. En la tabla 8.2-1 se señalan las partidas generales, mientras que en la tabla 8.2-2 se indica el desglose de esas partidas.

En los Anexos se incluye la justificación de las cubicaciones principales y de la composición de los precios unitarios correspondientes, acompañando las correspondientes planillas.

Tabla 8.2-1. Partidas Generales a considerar en los presupuestos

1	Instalaciones temporales y trabajos previos
2	Cuerpo de presa
3	Auscultación y elementos de control
4	Aliviadero
5	Desagüe de fondo
6	Obra de toma
7	Instalaciones eléctricas
8	Construcción de caminos
9	Reposición servicios
10	Edificio de administración y control
11	Mejoras en infraestructura de Riego
12	Sistema remoto de aforos de caudales
13	Seguridad y Salud
14	Expropiaciones
13	Medidas correctoras de impacto ambiental

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.2-2. Desglose de Partidas Generales a considerar en los presupuestos

Ítem	Descripción	Unidad
1	**Instalaciones temporales y trabajos previos**	
	Instalación de Faenas	Gl
	Desforestación del vaso de embalse	m²
	Demolición de obras de fábrica	m³
2	**Cuerpo de presa**	
2.1	**Presa**	
	Limpieza / Despeje, incluso tierra vegetal	m²
	Excavaciones en material fluvial	m³
	Excavaciones abiertas en roca medios mecánicos	m³
	Relleno con material procedente de excavación	m³
	Relleno con material procedente de préstamo y vaso del embalse	m³
	Relleno con material drenante o/y zona de apoyo de pantalla	m³
	Relleno con escollera vertida o rip-rap	m³
	Hormigón vibrado convencional en masa	m³
	Coronación de presa (aceras, barrera, pavimento, señalización)	m²
2.2	**Desvío del río**	
2.2.1	Ataguía y contraataguía	
	Excavaciones en material fluvial	m³
	Relleno en espaldones de presa con material procedente de préstamo	m³
	Membrana de impermeabilización y relleno de protección	m²
	Pared moldeada (0,6 m espesor)	m²
2.2.2	Túnel de desvío	
	Excavación subterránea en roca con perforadora y explosivos	m³
	Bulonado	m
	Gunitado	m²
	Cerchado	m²
	Cimbras	m³
	Hormigón en túnel de desvío	m³
	Acero corrugado en túnel	kg
	Encofrado	m²
	Tramo falso túnel y emboquilles	ud
2.2.3	Torres de toma y desagüe de fondo	
	Excavaciones abiertas en roca medios mecánicos	m³
	Cimbras	m³
	Encofrado	m²
	Acero en armaduras	kg
	Acero en rejas	kg
	Hormigón H-30, incluso juntas	m³
2.2.4	Conexiones a cauce y cierre del desvío	

Tabla 8.2-2. Desglose de Partidas Generales a considerar en los presupuestos

Ítem	Descripción	Unidad
	Excavaciones en material fluvial	m³
	Relleno con escollera vertida o rip-rap	m³
	Cierre del desvío del río	ud
2.3	**Pantalla de inyecciones**	
	Inyecciones en pantalla de impermeabilización	m
	Inyecciones de contacto bajo plinto	m²
2.4	**Pared moldeada**	
	Pared moldeada (0,6 m espesor)	m²
2.5	**Muro CFRGD**	
	Hormigón H-30, incluso juntas	m³
	Encofrado deslizante	m²
	Acero en armaduras	kg
	Junta vertical	m
	Hormigón H-30 en plinto	m³
	Acero en armaduras en plinto	kg
	Encofrado	m²
	Parapeto Hormigón H-30	m
	Pernos de anclaje	m
3	**Auscultación y elementos de control**	
	Auscultación y elementos de control	ud
4	**Aliviadero**	
	Hormigón H-30, incluso juntas	m³
	Excavación abierta en roca con explosivo	m³
	Excavaciones abiertas en roca medios mecánicos	m³
	Relleno con escollera de 800 a 1000 kg	m³
	Pernos de anclaje para taludes > 70º	m
	Encofrado	m²
	Acero en armaduras	kg
	Relleno en espaldones de presa con material procedente de excavación	m³
	Drenaje solera aliviadero	ud
	Estructura paso sobre aliviadero	ud
5	**Desagüe de fondo**	
	Hormigón H-30, tapón aguas arriba cámara	m³
	Cuenco amortiguación salida DF y Toma	ud
	Acero laminado en blindajes	kg
	Compuertas Bureau incluso ventosas, bypass, aireación, etc. D=1800	ud
	Caseta de válvulas a pie de presa i/puente grúa	ud
6	**Obra de toma**	
	Hormigón H-30, tapón aguas arriba cámara	m³

Tabla 8.2-2. Desglose de Partidas Generales a considerar en los presupuestos

Ítem	Descripción	Unidad
	Acero laminado en blindajes	kg
	Compuertas Bureau incluso ventosas, bypass, aireación, etc. D=1800	ud
	Compuertas Howell - Bunger para tubería de 1,8 m	ud
	Derivación para Qeco, incluso válvula HB 600 mm y válvula mariposa	ud
7	**Instalaciones eléctricas**	
	Instalaciones eléctricas (acometida, distribución, trafos y grupos)	ud
8	**Construcción de caminos**	
	Excavaciones abiertas en roca medios mecánicos	m³
	Relleno Terraplén	m³
	Firmes, señalización y barreras de protección	m²
	Estructura de cruce	ud
9	**Reposición servicios**	
	Reposición de servicios	ud
10	**Edificio de administración y control**	
	Edificio de administración y control	ud
11	**Mejoras en infraestructura de Riego**	
	Mejoramiento de canales y obras de bocatoma.	ud
12	**Sistema remoto de aforos de caudales**	
	Control remoto de caudales e infraestructura	ud
13	**Seguridad y Salud**	
	Seguridad y Salud	ud
14	**Expropiaciones**	
	Obras	ha
	Deporte, recreación y otros.	ha
	Terrenos Agrícolas	ha
	Terrenos Forestales	ha
15	**Medidas correctoras de impacto ambiental**	
16	**Contingencia e Imprevistos (8%)**	
Subtotal		
Total Costo		
GG + Utilidades (40%)		

Fuente: Elaboración propia

8.3. RECURSOS

La valoración de los insumos se realizó en base a la información disponible por la consultora, contrastados y actualizados con precios de proyectos de características similares, obtenidos tras la recopilación de antecedentes y otra información proporcionada por la CNR.

El listado de recursos e insumos se presenta en los Anexos, en respaldo digital; en la Tabla 8.3-1 se presentan algunos valores como ejemplo.

Tabla 8.3-1. Valores de Recursos e Insumos, actualizados a Septiembre de 2014 (precios privados)

Recurso Maquinaria	Unidad		Costo
Bulldozer	Hm	$	40.462
Camión basculante 4x4 14 t.	Hm	$	23.921
Camión c/grúa 12 t.	Hm	$	62.945
Camión cisterna 6m^3	Hm	$	31.516
Camión con bomba de hormigonar	Hm	$	104.968
Camión tanque para agua	Hm	$	24.025
Camión tolva 12 m^3	Hm	$	20.090
Compactador vibratorio	Hm	$	36.386
Compresor 750 psi	Hm	$	14.057
Compresor port. diesel m.p.10m^3/min	Hm	$	7.587

Fuente: Elaboración propia

8.4. PRECIOS UNITARIOS

La obtención de los precios de las diferentes partidas ha sido en base a un análisis o composición de precios unitarios de diferentes elementos, teniendo en consideración los precios de los recursos y el rendimiento de los diferentes elementos involucrados en cada uno.

En el Anexo 5 se presentan las tablas con los diferentes valores unitarios. A modo de ejemplo se presenta en la Tabla 8.4-1 la descomposición de precio de las excavaciones en material fluvial, consideradas en los presupuestos del presente Estudio.

Tabla 8.4-1. Análisis unitario de precios

2	**Excavaciones en material fluvial**			**UNIDAD**	**m³**
UNIDAD	**GLOSA**	**LEYES SOC.**	**RENDIM.**	**COSTO**	**P.Privado**
Hm	Retroexcavadora		0,014	37.090,00	520,42
Hm	Bulldozer		0,014	40.461,60	566,46
Hm	Martillo rompedor hidráulico		0,010	6.071,44	60,71
Hm	Compresor 750 psi		0,010	14.056,88	140,57
hm	Dumper articulado 6x4 de 15 m³		0,010	56.203,16	562,03
hh	Excavador	30%	0,014	11.990,00	218,22
dia	Capataz	30%	0,014	38.740,00	705,07
dia	Operador de primera	30%	0,025	35.214,40	1.144,47
dia	Chofer	30%	0,014	17.607,20	320,45
dia	Ayudante	30%	0,014	14.081,60	256,29
dia	Jornal	30%	0,050	10.566,40	686,82
				TOTAL	**5.181,50**

Fuente: Elaboración propia

8.5. RESUMEN DE COSTOS PRIVADOS

A continuación de presentan Tablas-Resumen con los valores de las partidas principales y el costo total de proyecto, obtenidos para las alternativas considerando precios privados, en la Tabla 8.5-1 se presenta los resultados obtenidos para Los Laureles, en la Tabla 8.5-2 los valores de Cuesta Lara y en la Tabla 8.5-3 los valores obtenidos para El Mañío, cada uno en sus diferentes escenarios.

Tabla 8.5-1. Resumen Presupuesto alternativa Los Laureles, Precios Privados

	Escenario 1	**Escenario 2**	**Escenario 3**
Cota de coronación (m s.n.m)	**602,5**	**619,5**	**630,5**
Capacidad embalse (hm³) - N.M.N	**139**	**214**	**279**
	ESCENARIO 1.1	**ESCENARIO 1.2**	**ESCENARIO 1.3**
Descripción	**Total TYV($)**	**Total TYV($)**	**Total TYV($)**
Instalaciones temporales y trabajos previos	1.847.713.929	2.046.589.557	2.099.271.843
Presa	82.359.628.984	105.849.500.706	119.392.488.425
Auscultación, elementos de control y comunicación	600.000.000	600.000.000	600.000.000
Aliviadero	51.512.802.666	35.659.784.877	26.014.330.215
Desagüe de fondo	1.049.315.919	1.049.315.919	1.049.315.919
Obra de toma	2.093.265.919	2.093.265.919	2.093.265.919
Instalaciones eléctricas	458.558.828	700.667.738	908.164.856
Construcción de caminos	6.630.513.750	6.630.513.750	6.630.513.750
Reposición servicios	985.950.000	985.950.000	985.950.000
Edificio de administración y control	67.500.000	105.000.000	105.000.000
Mejoras en infraestructura de Riego	3.195.983.483	5.828.538.507	8.332.605.184
Sistema remoto de aforos de caudales	0	0	0
Total Costo Directo de Obras	**150.801.233.479**	**161.549.126.975**	**168.210.906.112**
Expropiaciones	1.691.896.600	2.280.199.836	2.393.943.264
Medidas correctoras de impacto ambiental	7.526.213.016	7.679.809.200	7.836.540.000
Total Costos Indirectos Proyecto	**9.218.109.616**	**9.960.009.036**	**10.230.483.264**
Contingencia e Imprevistos (8%)	**12.064.098.678**	**12.923.930.158**	**13.456.872.489**
GG + Utilidades (40%)	**60.320.493.391**	**64.619.650.790**	**67.284.362.445**
Costo Total Proyecto	**232.403.935.164**	**249.052.716.959**	**259.182.624.309**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.5-2. Resumen Presupuesto alternativa Cuesta Lara, Precios Privados

	Escenario 1.a	**Escenario 1.b**
Cota de coronación (m s.n.m)	**719**	**731,5**
Capacidad embalse (hm³) - N.M.N	**44**	**67**
Descripción	**ESCENARIO 1.1.a Total TYV($)**	**ESCENARIO 1.1.b Total TYV($)**
Instalaciones temporales y trabajos previos	1.595.093.100	1.716.912.300
Presa	117.638.891.253	160.489.183.007
Auscultación, elementos de control y comunicaciones	600.000.000	600.000.000
Desagüe de fondo y toma	951.973.145	951.973.145
Instalaciones eléctricas	1.575.000.000	1.575.000.000
Construcción de caminos	497.818.125	497.818.125
Reposición servicios	0	52.500.000
Edificio de administración y control	105.000.000	105.000.000
Mejoras en infraestructura de Riego	3.195.983.483	3.195.983.483
Sistema remoto de aforos de caudales	0	0
Total Costo Directo de Obras	**126.159.759.106**	**169.184.370.060**
Expropiaciones	461.690.579	1.142.007.779
Medidas correctoras de impacto ambiental	4.668.280.000	5.135.108.000
Total Costos Indirectos Proyecto	**5.129.970.579**	**6.277.115.779**
Contingencias e Imprevistos (8%)	**10.092.780.728**	**13.534.749.605**
GG + Utilidades (40%)	**50.463.903.642**	**67.673.748.024**
Costo Total Proyecto	**191.846.414.056**	**256.669.983.468**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.5-3. Resumen Presupuesto alternativa El Mañío, Precios Privados

	Escenario 1.a	Escenario 1
Cota de coronación (m s.n.m)	**731**	**762,5**
Capacidad embalse (hm³) - N.M.N	**44**	**133**
Descripción	**ESCENARIO 1.1.a Total TYV($)**	**ESCENARIO 1.1 Total TYV($)**
Instalaciones temporales y trabajos previos	1.709.555.000	1.709.555.000
Presa	62.559.314.101	84.718.356.477
Auscultación, elementos de control y comunicaciones	600.000.000	600.000.000
Aliviadero	30.115.230.153	30.115.230.153
Desagüe de fondo	1.049.315.919	1.049.315.919
Obra de toma	2.093.265.919	2.093.265.919
Instalaciones eléctricas	168.750.000	168.750.000
Construcción de caminos	497.818.125	497.818.125
Reposición servicios	0	105.000.000
Edificio de administración y control	67.500.000	67.500.000
Mejoras en infraestructura de Riego	3.195.983.483	3.195.983.483
Sistema remoto de aforos de caudales	0	0
Total Costo Directo de Obras	**102.056.732.702**	**124.320.775.078**
Expropiaciones	1.007.729.850	2.303.974.194
Medidas correctoras de impacto ambiental	4.056.980.000	6.344.530.000
Total Costos Indirectos Proyecto	**5.064.709.850**	**8.648.504.194**
Contingencias e Imprevistos (8%)	**8.164.538.616**	**9.945.662.006**
GG + Utilidades (40%)	**40.822.693.081**	**49.728.310.031**
Costo Total Proyecto	**156.108.674.249**	**192.643.251.309**

Fuente: Elaboración propia

8.6. RESUMEN DE COSTOS SOCIALES

A continuación de presentan Tablas-Resumen con los valores de las partidas principales y el costo total de proyecto, obtenidos para las alternativas considerando precios sociales, en la Tabla 8.6-1 se presenta los resultados obtenidos para Los Laureles, en la Tabla 8.6-2 los valores de Cuesta Lara y en la Tabla 8.6-3 los valores obtenidos para El Mañío, cada uno en sus diferentes escenarios

Tabla 8.6-1. Resumen Presupuesto alternativa Los Laureles, Precios Sociales

	Escenario 1	**Escenario 2**	**Escenario 3**
Cota de coronación (m s.n.m)	**602,5**	**619,5**	**630,5**
Capacidad embalse (hm³) - N.M.N	**139**	**214**	**279**
	ESCENARIO 1.1	**ESCENARIO 1.2**	**ESCENARIO 1.3**
Descripción	**Total TYV($)**	**Total TYV($)**	**Total TYV($)**
Instalaciones temporales y trabajos previos	1.847.713.929	2.046.589.557	2.099.271.843
Presa	71.675.681.935	93.220.512.255	105.577.739.229
Auscultación, elementos de control y comunicación	600.000.000	600.000.000	600.000.000
Aliviadero	40.521.220.279	28.318.725.092	20.876.834.647
Desagüe de fondo	1.043.411.600	1.043.411.600	1.043.411.600
Obra de toma	2.091.361.600	2.091.361.600	2.091.361.600
Instalaciones eléctricas	458.558.828	700.667.738	908.164.856
Construcción de caminos	6.630.513.750	6.630.513.750	6.630.513.750
Reposición servicios	985.950.000	985.950.000	985.950.000
Edificio de administración y control	67.500.000	105.000.000	105.000.000
Mejoras en infraestructura de Riego	3.195.983.483	5.828.538.507	8.332.605.184
Sistema remoto de aforos de caudales	0	0	0
Total Costo Directo de Obras	**129.117.895.404**	**141.571.270.099**	**149.250.852.708**
Expropiaciones	1.691.896.600	2.280.199.836	2.393.943.264
Medidas correctoras de impacto ambiental	6.119.315.373	6.244.199.360	6.371.632.000
Total Costos Indirectos Proyecto	**7.811.211.973**	**8.524.399.196**	**8.765.575.264**
Contingencia e Imprevistos (8%)	**10.329.431.632**	**11.325.701.608**	**11.940.068.217**
GG + Utilidades (40%)	**51.647.158.162**	**56.628.508.039**	**59.700.341.083**
Costo Total Proyecto	**198.905.697.171**	**218.049.878.942**	**229.656.837.272**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.6-2. Resumen Presupuesto alternativa Cuesta Lara, Precios Sociales

	Escenario 1.a	**Escenario 1.b**
Cota de coronación (m s.n.m)	**719**	**731,5**
Capacidad embalse (hm³) - N.M.N	**44**	**67**
Descripción	**ESCENARIO 1.1.a Total TYV($)**	**ESCENARIO 1.1.b Total TYV($)**
Instalaciones temporales y trabajos previos	1.595.093.100	1.716.912.300
Presa	114.999.896.363	157.274.366.450
Auscultación, elementos de control y comunicaciones	600.000.000	600.000.000
Desagüe de fondo y toma	951.973.145	951.973.145
Instalaciones eléctricas	1.575.000.000	1.575.000.000
Construcción de caminos	497.818.125	497.818.125
Reposición servicios	0	52.500.000
Edificio de administración y control	105.000.000	105.000.000
Mejoras en infraestructura de Riego	3.195.983.483	3.195.983.483
Sistema remoto de aforos de caudales	0	201.074.250
Total Costo Directo de Obras	**123.520.764.216**	**166.170.627.753**
Expropiaciones	461.690.579	1.142.007.779
Medidas correctoras de impacto ambiental	3.859.624.000	4.245.586.400
Total Costos Indirectos Proyecto	**4.321.314.579**	**5.387.594.179**
Contingencias e Imprevistos (8%)	**9.881.661.137**	**13.293.650.220**
GG + Utilidades (40%)	**49.408.305.687**	**66.468.251.101**
Costo Total Proyecto	**187.132.045.619**	**251.320.123.253**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.6-3. Resumen Presupuesto alternativa El Mañío, Precios Sociales

	Escenario 1.a	Escenario 1
Cota de coronación (m s.n.m)	**731**	**762,5**
Capacidad embalse (hm³) - N.M.N	**44**	**133**
	ESCENARIO 1.1.a	**ESCENARIO 1.1**
Descripción	**Total TYV($)**	**Total TYV($)**
Instalaciones temporales y trabajos previos	1.709.555.000	1.709.555.000
Presa	54.548.301.296	75.861.516.785
Auscultación, elementos de control y comunicaciones	600.000.000	600.000.000
Aliviadero	22.987.759.089	22.987.759.089
Desagüe de fondo	1.043.411.600	1.043.411.600
Obra de toma	2.091.361.600	2.091.361.600
Instalaciones eléctricas	168.750.000	168.750.000
Construcción de caminos	497.818.125	497.818.125
Reposición servicios	105.000.000	105.000.000
Edificio de administración y control	67.500.000	67.500.000
Mejoras en infraestructura de Riego	3.195.983.483	3.195.983.483
Sistema remoto de aforos de caudales	0	0
Total Costo Directo de Obras	**87.015.440.194**	**108.328.655.683**
Expropiaciones	860.040.130	2.303.974.194
Medidas correctoras de impacto ambiental	3.382.804.000	5.172.624.000
Total Costos Indirectos Proyecto	**4.242.844.130**	**7.476.598.194**
Contingencias e Imprevistos (8%)	**6.961.235.216**	**8.666.292.455**
GG + Utilidades (40%)	**34.806.176.078**	**43.331.462.273**
Costo Total Proyecto	**133.025.695.617**	**167.803.008.605**

Fuente: Elaboración propia

8.7. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DEL PROYECTO

En general para la evaluación de este tipo de proyectos, la valorización de los costos de operación y mantención se considera como un *porcentaje de los costos directos de construcción*, en el caso de esta consultora basándose en su experiencia previa y manteniendo el criterio de los estudios presentados anteriormente a CNR, ha considerado que estos costos corresponden al 1%.

Los costes considerados corresponden a los siguientes conceptos generales:

- Consumo de energía (iluminación, pequeñas maniobras).
- Mano de obra de personal de mantención (limpieza y pintura de elementos metálicos, pequeñas reparaciones en obra civil, cuneteo y pequeñas reparaciones del firme en viales, control de erosión de taludes, etc.).
- Engrase y repuestos de elementos electromecánicos.
- Reposición de materiales y herramientas.
- Otros.

Tabla 8.7-1 Resumen Costos de Operación

1.020,6	870,2
1.243,2	1.083,3
1.261,6	1.247,2
1.691,8	1.678,8
1.508,0	2.148,2
1.615,5	1.415,7
1.682,1	1.492,5

Fuente: Elaboración propia

9. EVALUACIÓN DE LOS EMBALSES COMO CONTROL DE CRECIDAS

9.1. ASPECTOS GENERALES

La Ley 20.304 sobre *"Operación de Embalses Frente a Alertas y Emergencias de Crecidas y Otras Medidas"* define como embalse de control aquel que por su capacidad de regular las crecidas, sea declarado como tal por la DGA. Para ello, la DGA deberá considerar, entre otras características, el volumen de regulación del embalse, su localización respecto de la cuenca, y que permita evitar o mitigar las situaciones de peligro para la vida, la salud o los bienes de la población, a consecuencia de las crecidas de los caudales.

Para ello, el operador del embalse elaborará un Manual de Operación que permita sistematizar la forma de operar en situaciones de crecida, uniformizando los criterios de actuación para minimizar los riesgos anteriores y optimizar el funcionamiento del sistema, incluyendo un Plan de Contingencia de Crecidas. Para ello, el operador deberá instalar y mantener sistemas de monitoreo de sus caudales de afluentes y efluentes, según los estándares establecidos por la DGA para la construcción y operación de estaciones de redes hidrométricas, con el fin de medir caudales y niveles de cotas y generar sistemas de información que permitan a la autoridad respectiva adoptar las medidas oportunas. Según la ley mencionada, estos documentos serán redactados por el operador de los embalses y deberán ser aprobados por la DGA, cumpliendo la normativa vigente.

9.2. ANÁLISIS DE PERTINENCIA

Para cuantificar el beneficio como elemento de control de crecidas, es necesario determinar las superficies de inundación durante crecidas en situación actual (sin el embalse) y en situación futura (con embalse), considerando los caudales de crecida correspondientes a diferentes períodos de retorno. Para realizar adecuadamente el cálculo hidráulico de la zona de inundación, se requieren cartografías al menos a escala 1:5.000 o mayores (1:2.000) del propio cauce y de la zona inundable, además de los perfiles batimétricos del río, y otra información adicional. Esta información no se encuentra disponible en la actual etapa de Prefactibilidad, motivo por el cual no resulta posible realizar la cuantificación de los daños evitados en esta fase del Proyecto, correspondiendo este análisis a fases posteriores.

El Reglamento de Obras Mayores de la DGA divide los embalses en categorías A, B y C. Bajo dicho reglamento, las soluciones de embalse de Los Laureles, Cuesta Lara y El Mañío pertenecen a la categoría C (grandes embalses, de altura máxima de muro ≥30 m, o bien de capacidad ≥60 hm^3).

El caudal de diseño de la obra de evacuación de crecidas, en los tres emplazamientos, corresponde al caudal máximo asociado a un periodo de retorno de 1.000 años. Para Los Laureles $Q_{1.000}$ = 1.738 m^3/s y para los embalses El Mañío y Cuesta Lara $Q_{1.000}$ = 2.970 m^3/s. El diseño de sus elementos de evacuación de crecidas se verificó para la crecida asociada a un periodo de retorno de 10.000 años, de forma que el máximo nivel del embalse durante esa crecida no supere la cota de coronación.

A nivel del presente estudio de prefactibilidad se evalúa la respuesta de los embalses frente a fenómenos de crecida con determinadas probabilidades de ocurrencia (periodos de retorno) para poder determinar su capacidad de regular las crecidas. Sin embargo, en el presente Estudio de Prefactibilidad sólo se concluye con la propuesta de la mejor solución de embalse a diseñar, pero no se establece cuál es la solución, pues corresponde al Estudio de Factibilidad la determinación de la solución, su tipología y sus dimensiones definitivas, y el desarrollo del diseño. Por tanto, los estudios correspondientes a la presente fase de Prefactibilidad son sólo preliminares.

En el "Estudio hidrológico de crecidas" se estudió la capacidad de los embalses analizados para laminar diferentes crecidas correspondientes a determinados periodos de retorno (definidos). Los resultados se recogen en la siguiente Tabla.

Tabla 9.2-1. Capacidad de laminación de crecidas

1.1.a	1.737,90	1.654,20	95%	1.992,5	1.906,30	96%
1.1		1.641,10	94%		1.893,1	95%
1.1.a	1.737,90	1.670,90	95%	1.992,40	1.925,30	95%
1.1.b		1.544,00	95%		1.766,60	95%
1.1	2.970,40	2.686,10	95%	3.414,90	3.118,40	95%
1.2		2.472,00	95%		2.869,70	95%
1.3		2.337,50	95%		2.731,90	95%
2.1		2.686,10	95%		3.118,40	95%
2.2		2.472,00	95%		2.869,70	95%
2.3		2.337,50	95%		2.731,90	95%

Fuente: Elaboración Propia

Como puede entenderse fácilmente, la capacidad de laminación de crecidas (coeficiente entre los máximos caudales de salida y de entrada al embalse durante una crecida) depende directamente del nivel inicial en el embalse. En el presente Estudio se han adoptado las hipótesis más conservadoras, suponiendo que las crecidas llegan al embalse cuando éste se encuentra en la peor situación, es decir, lleno. De ese modo, la reducción del caudal máximo de crecida, como se observa en la Tabla anterior, es muy pequeña (5%), y por tanto la diferencia de áreas inundadas es también pequeña.

En la práctica, es difícil que esta situación pésima ocurra así. En efecto, la reducción de los caudales de crecida por parte del embalse depende del volumen vacío disponible en el embalse cuando llega la crecida, así como del modo de maniobrar los elementos de desagüe (normas de explotación) en situación de crecida.

Adicionalmente, en épocas de riesgo de crecida pueden establecerse niveles más bajos de embalse, o incluso realizar sueltas preventivas cuando se dispone de avisos o alertas meteorológicas, aunque estas medidas suelen encontrar fuerte oposición por parte de los beneficiarios y titulares de los embalses de riego, como es el caso. En conclusión, el beneficio por control de crecidas puede ser muy significativo en la práctica, y con toda seguridad muy superior al que teóricamente se puede inferir en el presente estudio.

Para poder valorar de algún modo la capacidad de laminación de crecidas de los embalses, en función del nivel inicial del embalse al momento de iniciarse la crecida se ha hecho el ejercicio de calcular, de forma aproximada, la relación entre estos niveles y el % de reducción de los "caudales peak" de crecida.

Si el embalse presentase un volumen vacío igual al volumen acumulado del hidrograma de crecida hasta el *caudal peak* entrante, resultaría completamente lleno (nivel máximo normal) en el momento de entrada del caudal peak, y por tanto la laminación esperable sería aproximadamente el 5%, como acabamos de ver (en realidad es algo más, si se calcula detalladamente).

Una vez rebasado el *peak* del hidrograma, el caudal comienza a reducirse. Por tanto, si se determina el volumen acumulado del hidrograma de crecida correspondiente a un caudal del 80% del caudal peak, y se establece este volumen vacío en el embalse, podemos considerar que durante la crecida el embalse llegará a llenarse cuando se alcance dicho valor (80% del Qpeak), y a partir de ese momento se producirá una laminación del 5% adicional; es decir, una laminación mínima del 25%.

A través de la curva de embalse, estos volúmenes de hidrograma, o de embalse vacío, se pueden transformar en metros de descenso del nivel inicial del embalse. Su correlación con el caudal de salida (% del Qpeak) se puede representar gráficamente (obteniendo al menos dos puntos por cada curva), y representar una curva para cada crecida (período de retorno). Con este criterio se han obtenido las siguientes curvas y tabla de valores, que representan para cada crecida cuál puede ser el % de laminación en función de la altura del descenso de nivel inicial en el embalse.

Tabla 9.2-2. Descenso del nivel inicial para cada % de laminación

Laureles-Esc 1.1	95	5,83	7,63	8,75	9,76	10,99	11,88	12,67	13,82	14,65	16,54	17,29
	80	9,46	12,71	14,75	16,53	18,77	20,50	22,03	24,18	25,74	29,44	31,01
	50	19,96	27,91	33,07	37,95	44,82	50,70	57,10	71,34			
Laureles-Esc 1.2	95	4,80	6,09	6,84	7,48	8,27	8,84	9,35	10,03	10,55	11,74	12,22
	80	7,30	9,37	10,61	11,74	13,11	14,11	14,99	16,30	17,21	19,29	20,14
	50	13,80	18,47	21,36	24,00	27,53	30,22	32,86	36,54	39,23	46,00	48,97
Laureles-Esc 1.3	95	4,17	5,18	5,76	6,27	6,92	7,39	7,81	8,37	8,75	9,64	10,00
	80	6,12	7,83	8,80	9,64	10,66	11,44	12,16	13,12	13,79	15,33	15,94
	50	11,19	14,72	16,82	18,75	21,11	22,99	24,66	27,00	28,71	32,85	34,61
Cuesta Lara Esc. 1.1.a	95	7,24	9,90	11,62	13,12	15,13	16,70	18,08	20,13	21,64	25,35	27,01
	80	12,55	17,11	19,98	22,72	26,44	29,39	32,38	36,93	40,54	52,23	59,72
	50	23,16	33,88	42,77	54,81							
Cuesta Lara Esc. 1.1.b	95	5,62	7,24	8,35	9,32	10,53	11,41	12,22	13,45	14,30	16,27	17,08
	80	8,96	11,64	13,37	14,91	16,80	18,36	19,75	21,65	23,09	26,54	28,06
	50	15,16	20,45	23,91	27,10	31,60	35,34	38,97	44,75	49,49	66,33	81,49
El Maño Esc. 1.1.a	95	7,18	9,71	11,20	12,59	14,49	15,88	17,13	19,13	20,50	23,99	25,51
	80	12,01	16,25	18,99	21,48	24,99	27,76	30,50	34,69	37,95	48,22	54,52
	50	21,88	31,88	40,01	50,45							
El Maño Esc. 1.1	95	2,15	3,02	3,59	4,08	4,69	5,14	5,54	6,08	6,45	7,32	7,67
	80	3,89	5,26	6,04	6,72	7,55	8,18	8,77	9,58	10,13	11,40	11,91
	50	6,83	9,07	10,43	11,61	13,05	14,23	15,26	16,66	17,62	20,04	21,03

Fuente: Elaboración Propia

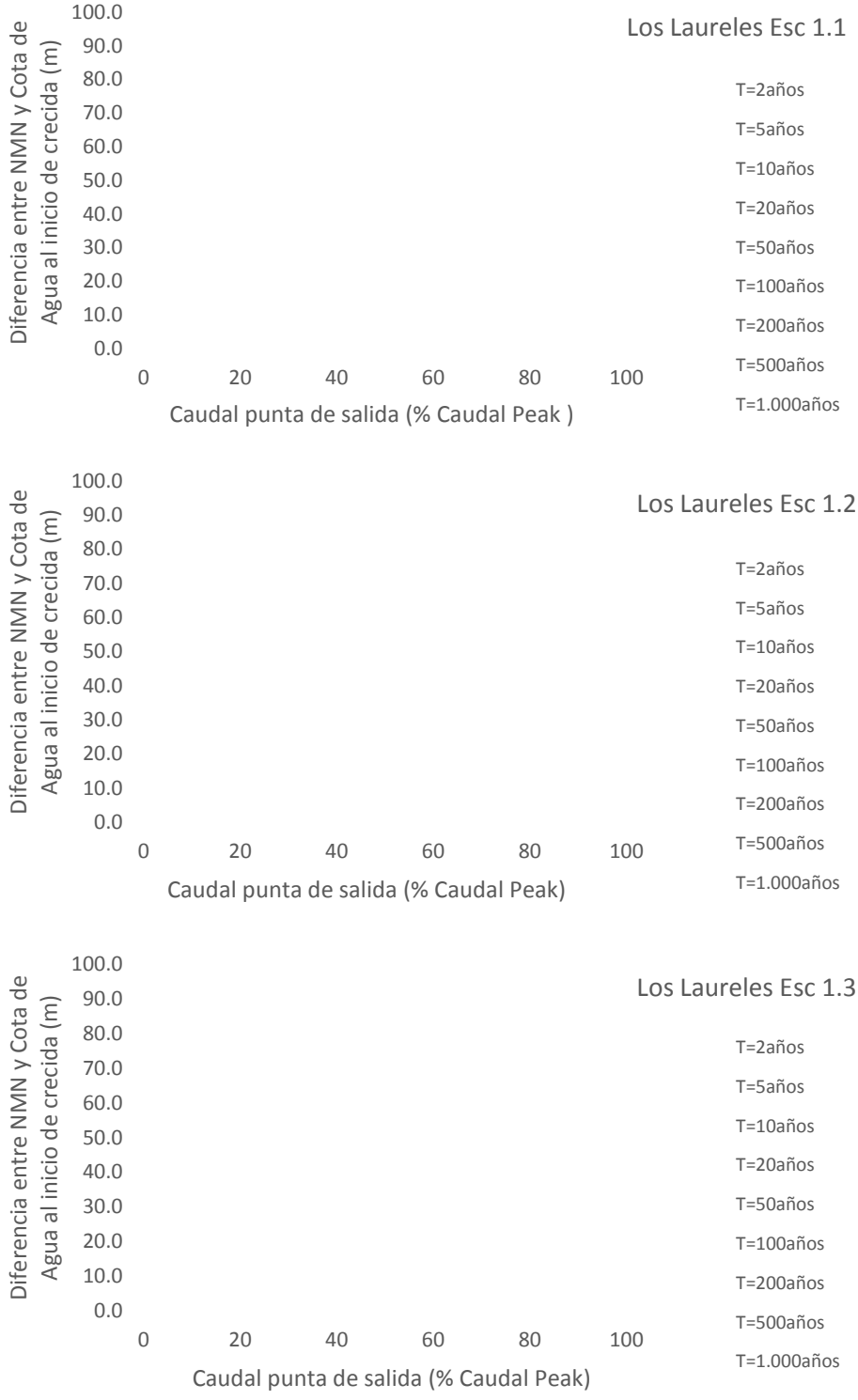
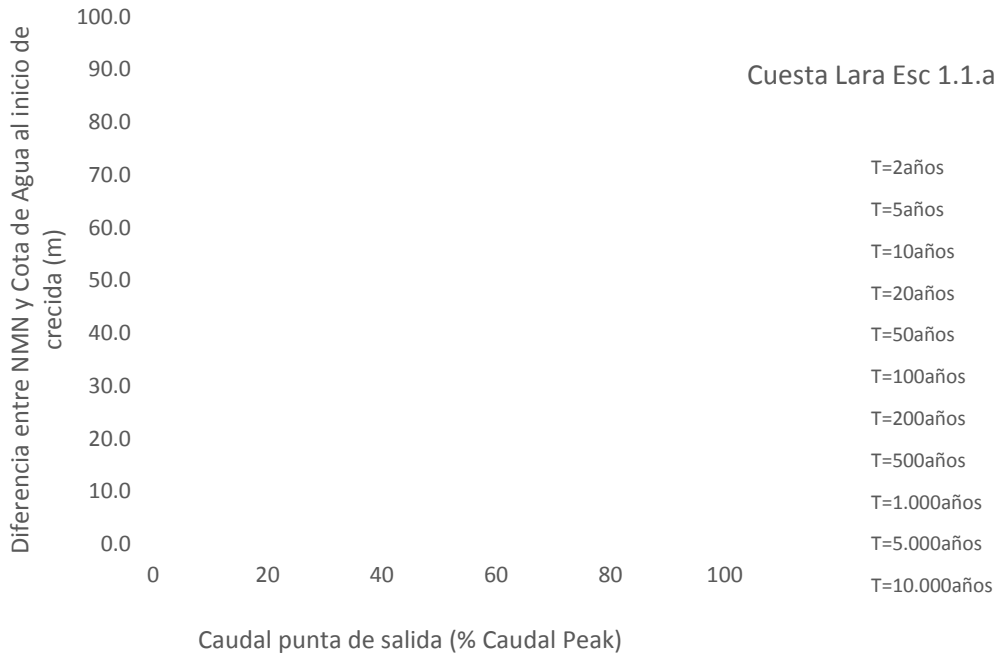


Figura 9.2-1. Curvas de correlación entre descenso inicial respecto al NMN y el % de reducción del Qpeak. Los Laureles

Fuente: Elaboración propia



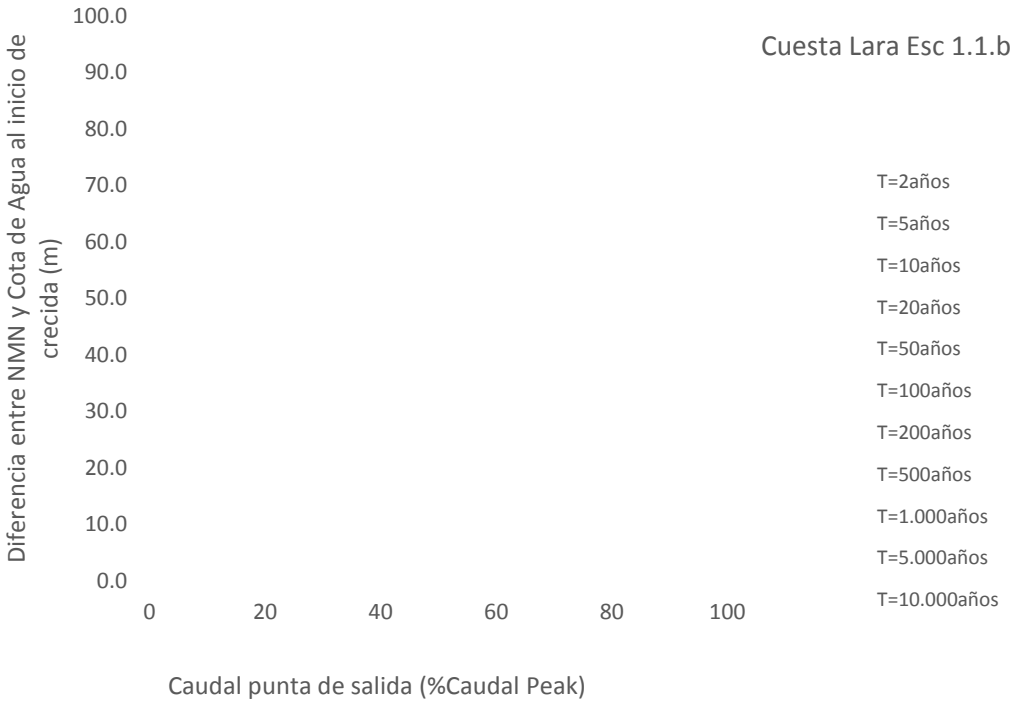


Figura 9.2-2. Curvas de correlación entre descenso inicial respecto al NMN y el % de reducción del Qpeak. Cuesta Lara

Fuente: Elaboración propia

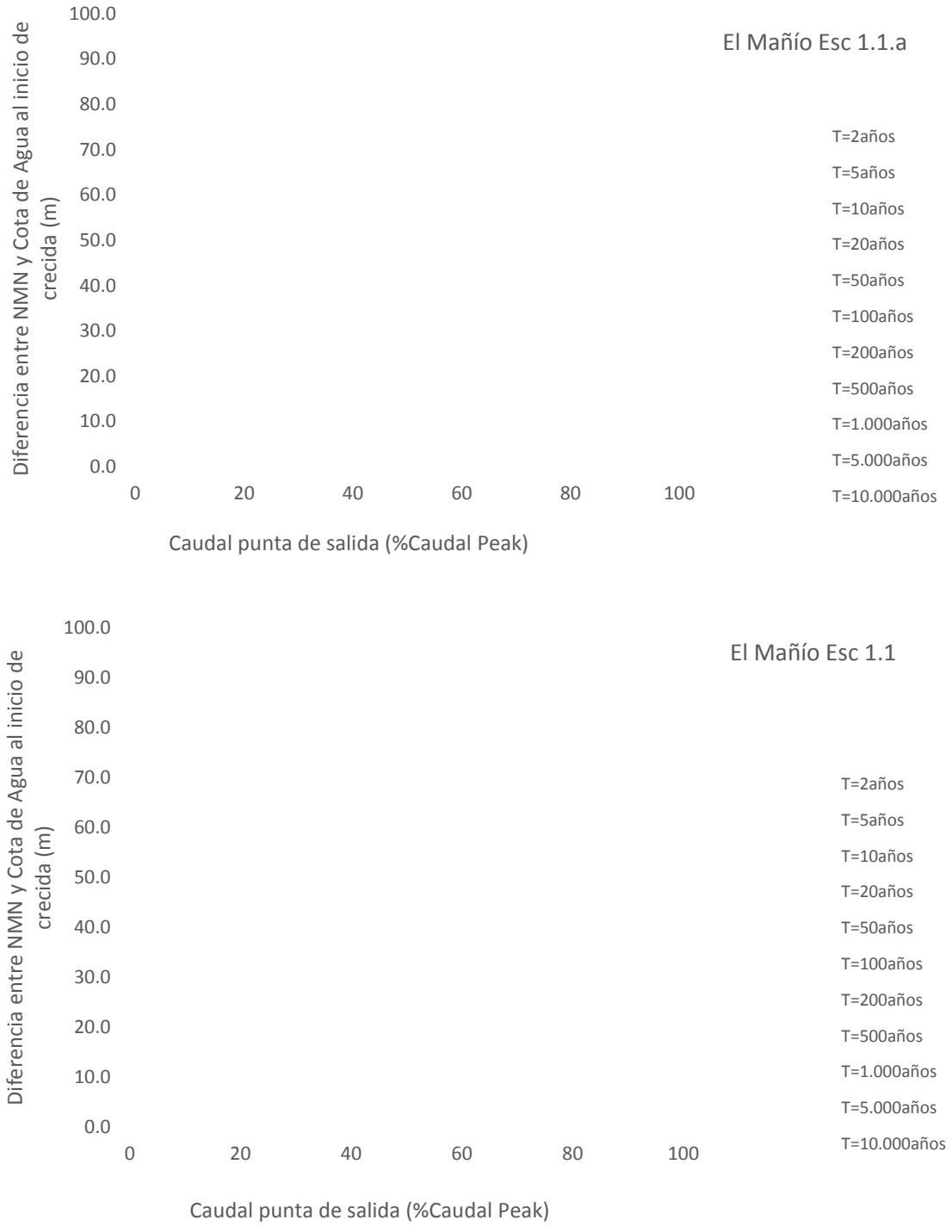


Figura 9.2-3. Curvas de correlación entre descenso inicial respecto al NMN y el % de reducción del Qpeak. El Mañío

Fuente: Elaboración propia

9.3. VULNERABILIDAD DE LA ZONA

La cuantificación de los beneficios del embalse por daños evitados en el sector agrícola se debe calcular siguiendo los criterios recogidos en el *"Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego" elaborado por el Gobierno de Chile, versión 14 de abril de 2011*.

Según el citado Manual, el daño agrícola por inundación se expresa como producto de toda la superficie agrícola inundada por el valor monetario promedio de las pérdidas por hectárea de zona de riego, que se puede suponer igual a los ingresos totales por ventas (toda la producción agrícola, valorada a precios de mercado y sociales), incluyendo la pérdida del cultivo y de las infraestructuras de riego dañadas, sin discriminar el momento de la crecida respecto al ciclo agrario. El valor promedio de las pérdidas por hectárea se calculará diferenciando entre la situación sin proyecto y la situación con proyecto, debido a que cambia la estructura de cultivos y por tanto su valor.

En el caso que nos ocupa, la superficie agrícola susceptible de sufrir daños es muy importante. El desarrollo del cauce del río Longaví, hasta la confluencia con el río Perquilauquén, atraviesa más de 55 km de valle con riego en ambas riberas. Especialmente sensibles son los sectores Maitenes, Lucero y Cuñao, en donde la Junta de Vigilancia del Río Longaví lleva a cabo casi con frecuencia anual la conservación de defensas fluviales, reforzando mediante revestimientos enrocados (principalmente en la ribera sur), las modestas protecciones de defensa que los propios regantes instalaron mediante gaviones, y que las crecidas invernales del río se llevan casi cada año.

Los agricultores sufren inundaciones frecuentes y han hecho muchas contenciones que casi anualmente son llevadas por el caudal, pasando los inviernos con temor a las crecidas del río, que casi cada año afecta a casas, potreros e incluso inundando los sistemas de Agua Potable Rural (APR), poniendo en riesgo los cultivos y el agua potable del sector.

Las infraestructuras sensibles a las crecidas en el entorno del cauce son múltiples, específicamente pasarelas que comunican ambas márgenes y carreteras locales muy próximas al cauce, que permiten el acceso a los predios. La mayoría de las infraestructuras de cruce son puentes más modernos y se considera que resistirían sin daños apreciables las crecidas de hasta 200 años de periodo de retorno, pues de acuerdo con la normativa técnica vigente, ésta es su condición de diseño. También se afecta algunos tendidos eléctricos y telefónicos, pero no corresponden a líneas de transmisión, sino pequeñas acometidas.

La distribución de edificaciones a lo largo del valle se encuentra bastante dispersa en las márgenes del cauce, bien sea en viviendas aisladas o en grupos pequeños, no detectándose centros urbanos mayores. Las zonas con mayor densidad de viviendas son los sectores Maitenes, Lucero y Cuñao.

9.4. CONCLUSIONES

A la vista de los cálculos preliminares realizados, todos los emplazamientos tienen una clara capacidad de regular las crecidas, siendo necesario para ello establecer los descensos de seguridad apropiados durante la época de crecida. Su localización en la cuenca hidrográfica es idónea para evitar los daños (pocos km aguas arriba del inicio de las zonas agrícolas) y para recibir información sobre las crecidas con una mínima antelación.

Por tanto, puede concluirse que resulta pertinente su planteamiento como Embalse apto para ser calificado por la DGA como elemento de Control de Crecidas.

10 ESTUDIO DE TENENCIA DE LA TIERRA

10.1 ANTECEDENTES

En este capítulo se analiza la situación de los terrenos que serían afectados por las obras y actividades que contempla la construcción del embalse en el río Longaví, en las tres posibles soluciones: Los Laureles, Cuesta Lara y El Mañío.

Como parte del análisis de la situación legal de los terrenos, se efectuó una recopilación y revisión de los antecedentes de propiedad que se encuentran disponibles en diferentes instituciones:

- Fotomosaicos: JPG N°3610-7100 A, JPG N°3610-7100 B, con información de propiedad en escala 1:20.000 de CIREN-CORFO actualizada al año 1992.
- Carpetas Individuales de Manzanas de propiedad del Departamento de Avaluaciones del Servicio de Impuestos Internos, Oficina de Linares.
- Información del Departamento de Avaluaciones del Servicio de Impuestos Internos (disponible en la web-service del Servicio: *www.sii.cl*)
- "FACTIBILIDAD CONSTRUCCION DE EMBALSEMEJORAMIENTO Y AMPLIACION AREAS DE RIEGO SISTEMA RIO LONGAVI VII REGION", EDIC, 2002.

En base a la revisión de estos antecedentes, más aquellos obtenidos directamente de la JVRL, se obtuvo como resultado un catastro de las propiedades particulares que serían afectadas.

Los terrenos se sitúan administrativamente en la Provincia de Linares, en las comunas de Parral y Longaví, siendo el río Longaví el límite político administrativo entre ambas comunas, situándose la comuna de Longaví al norte y la comuna de Parral al sur.

Para realizar este estudio se han considerado las áreas de inundación que corresponden al volumen de embalse en cada solución.

De acuerdo a los antecedentes obtenidos en el SII de Parral, no existe información de deslindes de la zona rural, dado que solo manejan información de la zona urbana, siendo la oficina del SII de Linares quien lleva la información de la zona rural de la provincia; sin embargo no fue posible encontrar ningún plano de deslindes actualizados con información de la parte alta de la cuenca del río Longaví, donde se desarrollaría el proyecto. Dicha oficina contaba con las carpetas de algunos Roles de la zona, los que disponían de información solo a nivel de esquemas, ninguna cartográfica, que presentara actualizaciones a la información ya obtenida a través de los Foto Mosaicos del CIREN. Conjuntamente a las visitas al Servicio de Impuestos Internos, con los Roles obtenidos en éste, mas la información de CIREN, se procedió a corroborar la información en los Conservadores de Bienes Raíces de Parral y de Linares.

10.2 INFORMACIÓN DISPONIBLE EN EL SII Y EL CBR

A través de los Foto-Mosaicos obtenidos de CIREN se obtuvieron los roles de las propiedades afectadas por las alternativas de embalse del proyecto. Con dicha información se procedió a buscar los antecedentes disponibles de cada Rol tras identificar las propiedades, obteniéndose información del nombre del propietario y propiedad, calificación de suelo, avalúo fiscal, como se señala en la Tabla 10.2-1.

La información obtenida en el SII fue contrastada con los registros disponibles en los Conservadores de Bienes Raíces, tanto de Parral como de Linares, ya que la información relativa a las propiedades ubicadas en la comuna de Longaví se encuentra disponible en éste último CBR. Esta comparación buscaba verificar que la información del SII fuera coherente con la del CBR. Es importante señalar que ésta última corresponde a la información más fidedigna en lo que refiere a propietarios y nombre de las propiedades. Lamentablemente en lo que se refiere a

superficies de las propiedades, esta información no es tan fiable, ya que muchos valores se encuentran inscritos en cuadras cuya conversión a hectáreas no resulta precisa.

Para la gran mayoría de los casos, en el CBR se obtuvo el nombre del propietario y la ubicación del registro de inscripción. El seguimiento detallado del registro no resultó posible en todos los casos, ya que muchos libros no se encontraban disponibles al momento de las visitas, además que el personal disponible del CBR era limitado y no pudo atender todos los requerimientos. Pese a ello, se obtuvo la información general que permite establecer conclusiones útiles para la presente etapa de prefactibilidad, y por otro lado deja encaminado el estudio para otros estudios de mayor detalle en una posterior etapa de diseño.

En la Tabla 10.2-2 se presenta la información obtenida para cada Rol y su ubicación dentro de la base de datos del CBR correspondiente. Por otro lado, se verificaron precios de compra de algunas propiedades, de manera de obtener valores de referencia del valor de la tierra, aunque no se obtuvo mucha información, ya que la gran mayoría de las inscripciones revisadas correspondían a herencias y sucesiones, y la oficina del conservador propiamente tal no contaba con una bases de datos de precios de venta.

En la tabla 10.2-3 se ha realizado un contraste comparativo de los registros disponibles en ambas instituciones, SII y CBR, referente a los Roles de interés, con objeto de comparar los propietarios y los nombres respectivos de cada propiedad. Identificándose diferencias en el nombre de 8 propiedades del total de 28, mientras que en el caso de los propietarios se encontraron diferencias en 7 de los casos, como se mencionara anteriormente para efectos de identificación, se considera válida la información asociada al CBR.

Tabla 10.2-1. Catastro de propiedades afectada en la Comunas de Parral y Longaví según información de Impuestos internos

1	629-01	Parral	SOTO CUEVAS OLGA	957.480-8	LOS CANELOS	AGRICOLA	32.550.420	Sur	-
2	629-17	Parral	CONTRERAS ROSAS RICARDO EFRAIN	5.545.178-8	CIENAGUILLAS	AGRICOLA	107.825.851	Sur	-
3	630-182	Parral	DAVID DEL SOLAR RIVAS	13.764.616-1	Los Laureles Lote B	AGRICOLA	22.617.685	Sur	-
4	630-12	Parral	SUC. SOTO PARADA DANIEL ARMANDO	1-9	LOS LAURELES PARRAL	AGRICOLA	32.611.917	Sur	En estado de subdivisión parcial
5	630-13	Parral	ALBORNOZ LEIVA MARTA DEL CARME	4.173.900-2	LOS QUILLAYES	AGRICOLA	99.400.221	Sur	-
6	630-14	Parral	SOTO CUEVAS OLGA	957.480-8	LAS CRUCES	AGRICOLA	26.069.999	Sur	-
7	630-15	Parral	SUC. SOTO ROJAS FLORENTINA	1-9	EL CALVARIO	AGRICOLA	900.807	Sur	En estado de subdivisión Total
8	630-16	Parral	SUC. LEIVA CASTILLO RAMON ANTONIO	1-9	VILLEGAS	AGRICOLA	6.080.731	Sur	-
9	630-17	Parral	ARELLANO GAJARDO OSVALDO	n/r	EL CALVARIO	AGRICOLA	4.533.120	Sur	-
10	630-18	Parral	SALVO CANDIA AGAPITO DEL Y OTROS	1-9	EL PERAL	AGRICOLA	5.127.921	Sur	En estado de subdivisión parcial
11	630-21	Parral	SALVO CANDIA CESAR ANTONIO Y OTRO	5.888.319-0	VILLEGAS	AGRICOLA	4.113.830	Sur	En estado de subdivisión parcial
12	630-22	Parral	INOSTROZA CANDIA CLAUDIO MARIA	6.562.072-3	VILLEGAS	AGRICOLA	9.682.547	Sur	En estado de subdivisión parcial
13	630-23	Parral	HERNANDEZ SALVO DANIEL ANTONIO	11.289.150-1	BELLAVISTA	AGRICOLA	923.921	Sur	-
14	630-24	Parral	VEGA SALVO NADIA PATRICIA	15.467.540-K	BELLAVISTA	AGRICOLA	1.981.774	Sur	-
15	630-30	Parral	MENDEZ BERNARDINO SUC	n/r	DURAZNILLO VILLEGAS	AGRICOLA	7.328.969	Sur	En estado de subdivisión Total
16	630-31	Parral	HERNANDEZ INOSTROZA MIGUELINA	5.295.662-5	CODRONAL	AGRICOLA	17.751.664	Sur	En estado de subdivisión parcial
17	630-32	Parral	ACUNA BASCUR INALDY	9.041.082-2	CODRONAL COMUNA PARRAL	AGRICOLA	1.129.665	Sur	-
18	630-33	Parral	SUC. INOSTROZA CANDIA FERNANDO BENE	1-9	CODRONAL COMUNA DE PARRAL	AGRICOLA	15.097.766	Sur	En estado de subdivisión parcial
19	630-34	Parral	SUC. INOSTROZA CANDIA FERNANDO BENE	1-9	CODRONAL	AGRICOLA	7.351.006	Sur	-
20	630-35	Parral	LIRA DELLACHIESA WALDO JOHANNES	9.336.121-0	CODRONAL	AGRICOLA	18.310.967	Sur	-
21	630-36	Parral	MAUREIRA LETELIER OSCAR	2.675.745-2	COIRONAL	AGRICOLA	25.301.339	Sur	-
22	630-37	Parral	CANDIA QUEVEDO JOSE MAURICIO	n/r	LAS ASTAS CODRONAL	AGRICOLA	6.174.646	Sur	-
23	630-38	Parral	SUC. VALDES GONZALEZ CLEMENTE ANTON	1-9	CODRONAL	AGRICOLA	6.738.422	Sur	-
24	630-43	Parral	VALENZUELA MENDEZ LUIS ALBERTO	4.862.298-4	VILLEGAS	AGRICOLA	14.927.003	Sur	-
25	630-68	Parral	VALVERDE PARADA JOSE ALEJANDRO	3.698.942-4	VILLEGAS	AGRICOLA	2.077.275	Sur	En estado de subdivisión parcial
26	630-69	Parral	ROMERO ESPINOZA JORGE GUILLERMO	7.717.012-K	AGUA DULCE	AGRICOLA	36.090.596	Sur	En estado de subdivisión parcial
27	630-70	Parral	SUC. LEIVA CASTILLO RAMON ANTONIO	1-9	EL PERAL	AGRICOLA	3.382.410,0	Sur	-
28	200-10	Longaví	MONTERO JARAMILLO FELIPE SERGIO	4.711.743-7	MALCHO HIJUELA N 4	AGRICOLA	31.317.014	Norte	Eliminado a partir de 2° Semestre 2004
29	200-26	Longaví	VILLALOBOS LOPEZ JOSE SEBASTIAN	6.937.600-2	SAN LUIS HIJ 2	AGRICOLA	616.303	Norte	-
30	200-8	Longaví	GARDEWEG PEEDE ENRIQUE FEDERICO	7.052.294-2	EL CASTILLO	AGRICOLA	496.753.155	Norte	-
31	200-9	Longaví	CASTRO CASTILLO JOSE DAVID SUC	n/r	RIQUELME	AGRICOLA	19.214.762	Norte	-
32	VP-A1	Longaví	-	-	-	-	-	Norte	-
33	VP-A2	Parral	-	-	-	-	-	Sur	-
34	a (1)	Longaví	-	-	-	-	-	Norte	-
35	a (2)	Longaví	-	-	-	-	-	Norte	-
36	b	Parral	-	-	-	-	-	Sur	-

Fuente: Elaboración propia

Nota: *Se incorpora en el listado los roles de propiedades sin conocimiento de Rol, pero señaladas en los Fotogramas de CIREN, predios considerados igualmente en la determinación de áreas de expropiación.*

Tabla 10.2-2. Catastro de propiedades afectada en la Comunas de Parral y Longaví según información del Conservador de Bienes Raíces

1	629-01	Parral	Sta. Hijuela 4, Los Canelos	Matilde Inostroza Miñoz	Aida del Rosario Inostroza Muñoz	65060	802	1554	835	1995
2	629-17	Parral	Cienaguillas (2.615 ha)	Ricardo Rosas Contreras, Ricardo Efrain y Otros	Forestal Galumavida Ltda.	s/i	1313	1131	701	2005
3	630-182	Parral	Las Cruces o Quillayes Lote B	David Eduardo Del Solar Rivas	Olga Del Carmen Soto Cuevas	s/i	3979	5423	2013	2008
	-	Parral	Las Cruces o Quillayes Lote A	-	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
4	630-12	Parral	Las Cruces o Quillayes	Olga Del Carmen Soto Cuevas	Daniel Armando Soto parada	s/i	1875	1726	1114	2004
5	630-13	Parral	Las Cruces o Quillayes	Marta Del Carmen Albornoz Leiva	Daniel Armando Soto parada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
6	630-14	Parral	Las Cruces o Quillayes	Olga Del Carmen Soto Cuevas	Daniel Armando Soto parada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
7	630-15	Parral	El Calvario	Sucesión Leiva - Soto	Florentina Soto Rojas	s/i	607	483	296	2008
8	630-16	Parral	Villegas	Sucesión Leiva - Soto	Ramón Leiva Castillo & Florentina Soto Rojas	s/i	603 / 605	480 / 476	294 / 292	2008
9	630-18	Parral	El Peral	Olivia Salvo Candia y Otros	s/i	s/i	2969/3313/3187/1259	2721/2426/2402/1331	1318/1411/1437/651	1998/1995/1996/2002
10	630-21	Parral	Villegas	Cesar Salvo Mattas	Eduardo Herdz Lopez	s/i	4707	4529	2082	2013
11	630-22	Parral	Villegas	Claudio María Inostroza Candia	Ana Luisa Candia Candia	81564	1114	1080	589	1992
12	630-23	Parral	Villegas	Daniel Hernandez Salvo	Pedro Villalobos Saldaña	37288	3333	3378	1568	2000
13	630-24	Parral	Predio Bellavista	Agapito Salvo Candia	División comunidad	106	2317	2427	1214	2002
14	630-30	Parral	3 lts. Villegas	Luis Valenzuela Méndez	Ministerio Bienes Nacionales	95377	3081	3329	1655	2007
15	630-31	Parral	Coironal 2 lts	Miguelina Hernandez Inostroza	Ministerio Bienes Nacionales	39345	229	118	87	1994
16	630-32	Parral	LTB Hijuela 7, Coironal	Juan Barra Aravena	Francisco Menéndez Iglesias	106432	4683	4561	2283	2009
17	630-33	Parral	Hijuela 3, Codronal	Marta Valenzuela Méndez	Fernando Inostroza Candia	97991	2028	1768	891	2008
18	630-35	Parral	Fundo Codronal	Waldo Lira Dellachiesa	Sonia Lagos Rebolledo	112583	5857	6674	2852	2010
19	630-36	Parral	Coironal	Oscar Maureira Letelier	Ministerio Bienes Nacionales	92936	1621	1068	739	1986
20	630-37	Parral	Las Astas Codronal	José Mauricio Candia Quevedo	-	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
21	630-43	Parral	Cta. 2 lts, Villegas	Luis Valenzuela Méndez	María Isabel Méndez Chandía y Otros	92448	768	659	472	1986
22	630-68	Parral	Villegas	José Valverde Parada	Juana Parada Abarzua	44702	103	50	49	1967
23	630-69	Parral	Lote 2, Predio Las Cruces	Jorge Romero Espinoza	Héctor Parada Labrín	16733	431	309	226	2001
24	630-70	Parral	Cta. Rtz. 4 cds	Ignacio Leiva Soto y Otros	Florentina Soto Rojas	96866	606	481	295	2008

Tabla 10.2-2. Catastro de propiedades afectada en la Comunas de Parral y Longaví según información del Conservador de Bienes Raíces

25	200-10	Longaví	Hijuela IV Antiguo Fundo Malcho Los Nietos	Felipe Sergio Jaramillo Montero	Carlos Alfredo Ibieta Muñoz	s/i	2557	866	1169	1994
26	200-26	Longaví	Fundo Los Canyos, Hijuela N°2	José Sebastián Villalobos Lopez	s/i	s/i	67	166	306	2009
27	200-8	Longaví	El Castillo	GARDEWEG PEEDE ENRIQUE FEDERICO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
28	200-9	Longaví	Hijuela El Cardal e Hijuela Norte del Cerro	Felipe Sergio Jaramillo Montero	Fructuosa Del Carmen Soto Lopez y Otros	s/i	2086	620	801	1996
29	VP-A1	Longaví	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
30	VP-A2	Parral	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
31	a (1)	Longaví	s/i	José Aristides Garrido	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
32	a (2)	Longaví	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
33	b	Parral	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia

Nota: *Se incorpora en el listado los roles de propiedades sin conocimiento de Rol, pero señaladas en los Fotogramas de CIREN, predios considerados igualmente en la determinación de áreas de expropiación.*

Tabla 10.2-3. Contraste de Propiedades y propietarios por ROL, de acuerdo al SII y CBR

1	629-01	LOS CANELOS	SOTO CUEVAS OLGA	Sta. Hijuela 4, Los Canelos	Matilde Inostroza Miñoz
2	629-17	CIENAGUILLAS	CONTRERAS ROSAS RICARDO EFRAIN	Cienaguillas (2.615 ha)	Ricardo Rosas Contreras, Ricardo Efrain y Otros
3	630-182	Los Laureles Lote B	DAVID DEL SOLAR RIVAS	Las Cruces o Quillayes Lote B	David Eduardo Del Solar Rivas
4	630-12	LOS LAURELES PARRAL	SUC. SOTO PARADA DANIEL ARMANDO	Las Cruces o Quillayes	Olga Del Carmen Soto Cuevas
5	630-13	LOS QUILLAYES	ALBORNOZ LEIVA MARTA DEL CARME	Las Cruces o Quillayes	Marta Del Carmen Albornoz Leiva
6	630-14	LAS CRUCES	SOTO CUEVAS OLGA	Las Cruces o Quillayes	Olga Del Carmen Soto Cuevas
7	630-15	EL CALVARIO	SUC. SOTO ROJAS FLORENTINA	El Calvario	Sucesión Leiva - Soto
8	630-16	VILLEGAS	SUC. LEIVA CASTILLO RAMON ANTONIO	Villegas	Sucesión Leiva - Soto
9	630-18	EL PERAL	SALVO CANDIA AGAPITO DEL Y OTROS	El Peral	Olivia Salvo Candia y Otros
10	630-21	VILLEGAS	SALVO CANDIA CESAR ANTONIO Y OTRO	Villegas	Cesar Salvo Mattas
11	630-22	VILLEGAS	INOSTROZA CANDIA CLAUDIO MARIA	Villegas	Claudio María Inostroza Candia
12	630-23	BELLAVISTA	HERNANDEZ SALVO DANIEL ANTONIO	Villegas	Daniel Hernandez Salvo
13	630-24	BELLAVISTA	VEGA SALVO NADIA PATRICIA	Predio Bellavista	Agapito Salvo Candia
14	630-30	DURAZNILLO VILLEGAS	MENDEZ BERNARDINO SUC	3 lts. Villegas	Luis Valenzuela Méndez
15	630-31	CODRONAL	HERNANDEZ INOSTROZA MIGUELINA	Coironal 2 lts	Miguelina Hernandez Inostroza
16	630-32	CODRONAL COMUNA PARRAL	ACUNA BASCUR INALDY	LTB Hijuela 7, Coironal	Juan Barra Aravena
17	630-33	CODRONAL COMUNA DE PARRAL	SUC. INOSTROZA CANDIA FERNANDO BENE	Hijuela 3, Codronal	Marta Valenzuela Méndez
18	630-35	CODRONAL	LIRA DELLACHIESA WALDO JOHANNES	Fundo Codronal	Waldo Lira Dellachiesa
19	630-36	COIRONAL	MAUREIRA LETELIER OSCAR	Coironal	Oscar Maureira Letelier
20	630-37	LAS ASTAS CODRONAL	CANDIA QUEVEDO JOSE MAURICIO	Las Astas Codronal	José Mauricio Candia Quevedo
21	630-43	VILLEGAS	VALENZUELA MENDEZ LUIS ALBERTO	Cta. 2 lts, Villegas	Luis Valenzuela Méndez
22	630-68	VILLEGAS	VALVERDE PARADA JOSE ALEJANDRO	Villegas	José Valverde Parada
23	630-69	AGUA DULCE	ROMERO ESPINOZA JORGE GUILLERMO	Lote 2, Predio Las Cruces	Jorge Romero Espinoza
24	630-70	EL PERAL	SUC. LEIVA CASTILLO RAMON ANTONIO	Cta. Rtz. 4 cds	Ignacio Leiva Soto y Otros
25	200-10	MALCHO HIJUELA N 4	MONTERO JARAMILLO FELIPE SERGIO	Hijuela IV Antiguo Fundo Malcho Los Nietos	Felipe Sergio Jaramillo Montero
26	200-26	SAN LUIS HIJ 2	VILLALOBOS LOPEZ JOSE SEBASTIAN	Fundo Los Canyos, Hijuela N°2	José Sebastián Villalobos López
27	200-8	EL CASTILLO	GARDEWEG PEEDE ENRIQUE FEDERICO	El Castillo	GARDEWEG PEEDE ENRIQUE FEDERICO
28	200-9	RIQUELME	CASTRO CASTILLO JOSE DAVID SUC	Hijuela El Cardal e Hijuela Norte del Cerro	Felipe Sergio Jaramillo Montero

Fuente: Elaboración propia

10.3 SOLUCIÓN LOS LAURELES.

El área de estudio corresponde a la envolvente definida por la cota 625 m s.n.m, la cual limita el espejo de agua del embalse. Éste se inicia en el sector denominado Los Laureles, aproximadamente 200 m aguas abajo del puente Malcho, remontando el río, en una distancia de alrededor de los 9,3 km hasta alcanzar la cota antes señalada, aproximadamente un kilómetro aguas arriba de la conjunción del río Blanco con el río Longaví, como se indica en la Figura 10.3-1.

Figura 10.3-1. Área de inundación alternativa embalse Los Laureles

Fuente: elaboración propia

Las propiedades afectadas por la inundación corresponden a 26 predios, de los cuales 6 se ubican en la comuna de Longaví y los otros 20 corresponden a la comuna de Parral. En algunos roles fue imposible determinar el área total del predio, ya que correspondían a predios de gran extensión, por lo que su límite no se encontraba definido.

Con relación a la clasificación de los suelos en muchos casos el SII tiene información relativa a un Rol Matriz, no estando actualizado de acuerdo con las subdivisiones prediales posteriores realizadas. Por ello, resulta difícil obtener información fidedigna y actualizada de los predios sin una campaña de campo con la recolección de antecedente y análisis de las escrituras respectivas.

Por otro lado, es importante aclarar que si bien a partir del año 1994 es obligatoria la presentación de un plano de subdivisión donde el SII realiza una pre-asignación de Rol de Avalúo (requisito para la inscripción de la propiedad), esta pre-asignación de Rol no incorpora la clasificación de suelos, la que es realizada por el servicio en plazos de tres años considerando los deslindes entregados en el plano respectivo. Lo anterior explica por qué el SII no tiene los certificados de avalúo con la clasificación de suelos actualizada. Por otro lado se suma a esto, que un número importante de propietarios no ha regularizado su situación, lo que contribuye a mantener una base escasa y desactualizada.

En la Tabla 10.3-4 se muestra el conjunto de propiedades afectadas por el área de inundación del embalse y la condición en que se encuentran inscritas en el Servicio de Impuestos Internos.

Se señalan en dicha Tabla 10.3-4 predios que no han sido identificadas mediante Roles del SII, de acuerdo o lo indicado en el Foto Mosaico de CIREN, corresponden a predios en subdivisión sin número de rol conocido, por lo que se les ha asignado una denominación genérica.

Como se mencionaba en el punto anterior, se ha contrastado la información del servicio de impuestos internos con la presente en el conservador de bienes raíces, por ello se presenta en la Tabla 10.3-4 los propietarios que figuran en dichos registros.

Tabla 10.3-4. Catastro de propiedades afectada por la alternativa Los Laureles, en la Comunas de Parral y Longaví

1	630-12	Parral	SUC. SOTO PARADA DANIEL ARMANDO	Olga Del Carmen Soto Cuevas	Las Cruces o Quillayes	AGRICOLA	Sur
2	630-14	Parral	SOTO CUEVAS OLGA	Olga Del Carmen Soto Cuevas	Las Cruces o Quillayes	AGRICOLA	Sur
3	630-16	Parral	SUC. LEIVA CASTILLO RAMON ANTONIO	Sucesión Leiva - Soto	Villegas	AGRICOLA	Sur
4	630-18	Parral	SALVO CANDIA AGAPITO DEL Y OTROS	Olivia Salvo Candia y Otros	El Peral	AGRICOLA	Sur
5	630-21	Parral	SALVO CANDIA CESAR ANTONIO Y OTRO	Cesar Salvo Mattas	Villegas	AGRICOLA	Sur
6	630-22	Parral	INOSTROZA CANDIA CLAUDIO MARIA	Claudio María Inostroza Candia	Villegas	AGRICOLA	Sur
7	630-23	Parral	HERNANDEZ SALVO DANIEL ANTONIO	Daniel Hernandez Salvo	Villegas	AGRICOLA	Sur
8	630-24	Parral	VEGA SALVO NADIA PATRICIA	Agapito Salvo Candia	Predio Bellavista	AGRICOLA	Sur
9	630-30	Parral	MENDEZ BERNARDINO SUC	Luis Valenzuela Méndez	3 lts. Villegas	AGRICOLA	Sur
10	630-31	Parral	HERNANDEZ INOSTROZA MIGUELINA	Miguelina Hernandez Inostroza	Coironal 2 lts	AGRICOLA	Sur
11	630-32	Parral	ACUNA BASCUR INALDY	Juan Barra Aravena	LTB Hijuela 7, Coironal	AGRICOLA	Sur
12	630-33	Parral	SUC. INOSTROZA CANDIA FERNANDO BENE	Marta Valenzuela Méndez	Hijuela 3, Codronal	AGRICOLA	Sur
13	630-35	Parral	LIRA DELLACHIESA WALDO JOHANNES	Waldo Lira Dellachiesa	Fundo Codronal	AGRICOLA	Sur
14	630-36	Parral	MAUREIRA LETELIER OSCAR	Oscar Maureira Letelier	Coironal	AGRICOLA	Sur
15	630-37	Parral	CANDIA QUEVEDO JOSE MAURICIO	José Mauricio Candia Quevedo	Las Astas Codronal	AGRICOLA	Sur
16	630-43	Parral	VALENZUELA MENDEZ LUIS ALBERTO	Luis Valenzuela Méndez	Cta. 2 lts, Villegas	AGRICOLA	Sur
17	630-68	Parral	VALVERDE PARADA JOSE ALEJANDRO	José Valverde Parada	Villegas	AGRICOLA	Sur
18	630-69	Parral	ROMERO ESPINOZA JORGE GUILLERMO	Jorge Romero Espinoza	Lote 2, Predio Las Cruces	AGRICOLA	Sur
19	630-70	Parral	SUC. LEIVA CASTILLO RAMON ANTONIO	Ignacio Leiva Soto y Otros	Cta. Rtz. 4 cds	AGRICOLA	Sur
20	200-26	Longaví	VILLALOBOS LOPEZ JOSE SEBASTIAN	José Sebastián Villalobos Lopez	Fundo Los Canyos, Hijuela N°2	AGRICOLA	Norte
21	200-10	Longaví	MONTERO JARAMILLO FELIPE SERGIO	Felipe Sergio Jaramillo Montero	Hijuela IV Antiguo Fundo Malcho Los Nietos	AGRICOLA	Norte
22	200-8	Longaví	GARDEWEG PEEDE ENRIQUE FEDERICO	GARDEWEG PEEDE ENRIQUE FEDERICO	El Castillo	AGRICOLA	Norte
23	VP-A1	Longaví	s/i	s/i	s/i	AGRICOLA	Norte
24	a (1)	Longaví	s/i	s/i	s/i	AGRICOLA	Norte
25	a (2)	Longaví	s/i	s/i	s/i	AGRICOLA	Norte
26	b	Parral	s/i	s/i	s/i	AGRICOLA	Sur

n/r: Número de RUT no registrado.
-: Información desconocida.

10.4 SOLUCIÓN CUESTA LARA

El área de estudio corresponde a la envolventes definida por las cotas 730 y 750 m s.n.m, la cual limita el espejo de agua del embalse, la cota varía dependiendo si corresponde a la alternativa sin collado o aquella que lo incluye, el área de inundación se extiende desde el punto aguas abajo del sector denominado Cuesta Lara, aproximadamente 200m aguas arriba de la conjunción del río Blanco con el río Longaví, hasta el sector denominado La Balsa, 1,5 km aguas arriba de la conjunción de los ríos Villa Lobos y Cieneguilla que dan origen al río Longaví. Como se indica en la Figura 10.4-1.

Figura 10.4-1. Área de inundación alternativa embalse Cuesta Lara, con y sin Collado

Fuente: Elaboración propia

Las propiedades afectadas por la inundación corresponden a 5 predios de gran extensión, de las cuales uno se ubica en la comuna de Longaví y los otros 4 en la comuna de Parral. En el Anexo 6 se muestra el conjunto de propiedades afectadas por el área de inundación del embalse y la condición en que se encuentran inscritas en el Servicio de Impuestos Internos, según el detalle entregado en la Tabla 10.4-2.

Tabla 10.4-2. Catastro de propiedades afectadas por Cuesta Lara, en las comunas de Parral y Longaví

1	VP-A1	Longaví	-	-	-	-	Norte
2	629-1	Parral	SOTO CUEVAS OLGA	957.480-8	LOS CANELOS	AGRICOLA	Sur
3	629-17	Parral	CONTRERAS ROSAS RICARDO EFRAIN	5.545.178-8	CIENAGUILLAS	AGRICOLA	Sur
4	b	Parral	-	-	-	-	Sur
5	VP-A2	Parral	-	-	-	-	Sur

Fuente: Elaboración propia

10.5 SOLUCIÓN EL MAÑÍO.

El área de estudio es la que encierra la envolvente de la curva de nivel correspondiente a la cota 760 m s.n.m., la cual limita el espejo de agua del embalse, el área de inundación se extiende desde el punto aguas abajo del sector denominado El Mañío (1,4 km aguas arriba de la conjunción del río Blanco con el río Longaví), hasta aguas arriba del sector denominado La Balsa (2,3 km aguas arriba de la conjunción de los ríos Villalobos y Cienaguillas que dan origen al río Longaví), como se indica en la Figura 10.5-1.

Figura 10.5-1. Área de inundación alternativa embalse El Mañío

Fuente: Elaboración propia

Las propiedades afectadas por la inundación corresponden a 5 predios de gran extensión, de los cuales 1 se ubica en la comuna de Longaví y los otros 4 en la comuna de Parral. En el Anexo 6 se muestra el conjunto de propiedades afectadas por el área de inundación del embalse y la condición en que se encuentran inscritas en el Servicio de Impuestos Internos, según el detalle entregado en la Tabla 10.5-1.

Tabla 10.5-1. Catastro de propiedades afectada por la alternativa El Mañío, en las comunas de Parral y Longaví

1	VP-A1	Longaví	-	-	-	-	Norte
2	629-1	Parral	SOTO CUEVAS OLGA	957.480-8	LOS CANELOS	AGRICOLA	Sur
3	629-17	Parral	CONTRERAS ROSAS RICARDO EFRAIN	5.545.178-8	CIENAGUILLAS	AGRICOLA	Sur
4	b	Parral	-	-	-	-	Sur
5	VP-A2	Parral	-	-	-	-	Sur

Fuente: Elaboración propia

10.6 AREAS SEGÚN CLASES DE USO DE SUELOS

Se han determinado las áreas a expropiar para las diferentes alturas de presa en cada una de las tres ubicaciones estudiadas:

Tabla 10.6-1. Distribución de Clases de Uso del Suelo en las Áreas de inundación

LL-1.1-2.1	139,00	602,50	69,31	304,57	21,31	67,31	9,50	**472,00**	19
LL-1.2-2.2	214,00	619,50	91,94	404,01	28,26	89,29	14,50	**628,00**	29
LL-1.3-2.3	279,00	630,50	97,93	430,35	30,11	95,11	14,50	**668,00**	29
CL-1.1.a	44,00	718,50	8,31	180,19	0,00	24,50	0,00	**213,00**	0
CL-1.1.b	67,00	731,50	11,12	241,10	0,00	32,78	15,00	**300,00**	30
EM-1.1.a	44,00	731,00	10,12	179,18	0,00	31,70	15,00	**236,00**	30
EM-1.1	133,00	762,50	15,69	358,33	0,00	57,49	39,50	**471,00**	79

Fuente: Elaboración propia

Se han contabilizado las casas que serían afectadas por cada una de las alternativas y se ha supuesto asociada una superficie de 0,5 ha a cada una de ellas.

10.7 VALORACIÓN DE PREDIOS A EXPROPIAR

Para la valoración de los diferentes tipos de terreno a expropiar, se han utilizado varias fuentes de información, entre ellas la información del Servicio de Impuestos Internos, el cual entrega valores más bajos de los que se estima. De acuerdo con antecedentes analizados por los asesores ambientales de la empresa, se utilizaron los siguientes valores para la estimación de las expropiaciones.

Tabla 10.7-1. Precios de expropiación considerados ($/ha)

7.500.000	2.000.000	4.000.000	1.500.000	5.000.000

Fuente: Elaboración propia

Considerando las superficies señaladas en la Tabla 10.6-1 y los precios señalados en la Tabla 10.7-1, se obtienen los siguientes montos por expropiación de superficies inundadas.

Tabla 10.7-1. Valor Total de expropiación, para cada alternativa (Mill$)

LL- Esc. 1	519,8	609,1	85,2	101,0	47,5	**1.362,7**
LL-Esc. 2	689,5	808,0	113,1	133,9	72,5	**1.817,0**
LL-Esc. 3	734,5	860,7	120,4	142,7	72,5	**1.930,8**
CL-Esc. 1.a	62,4	360,4	0,0	36,7	0,0	**459,5**
CL-Esc. 1.b	83,4	482,2	0,0	49,2	75,0	**689,8**
EM-Esc. 1.a	75,9	358,4	0,0	47,6	75,0	**556,8**
EM-Esc. 1	117,7	716,7	0,0	86,2	197,5	**1.118,0**

Fuente: Elaboración propia

10.8 INTERFERENCIAS.

De acuerdo con lo observado en terreno, la infraestructura existente que es susceptible de ser afectada por el proyecto es la siguiente:

a) Asentamientos humanos

Tal como se mostró en el punto anterior, se estimó el número de casas afectadas en cada uno de los escenarios. Se estimó que cada casa posee un terreno de 0,5 hectáreas, el que se valorizó en el punto anterior, y que cada casa como construcción, posee un valor promedio de $15 millones.

Tabla 10.8-1. Valor expropiación casas inundadas

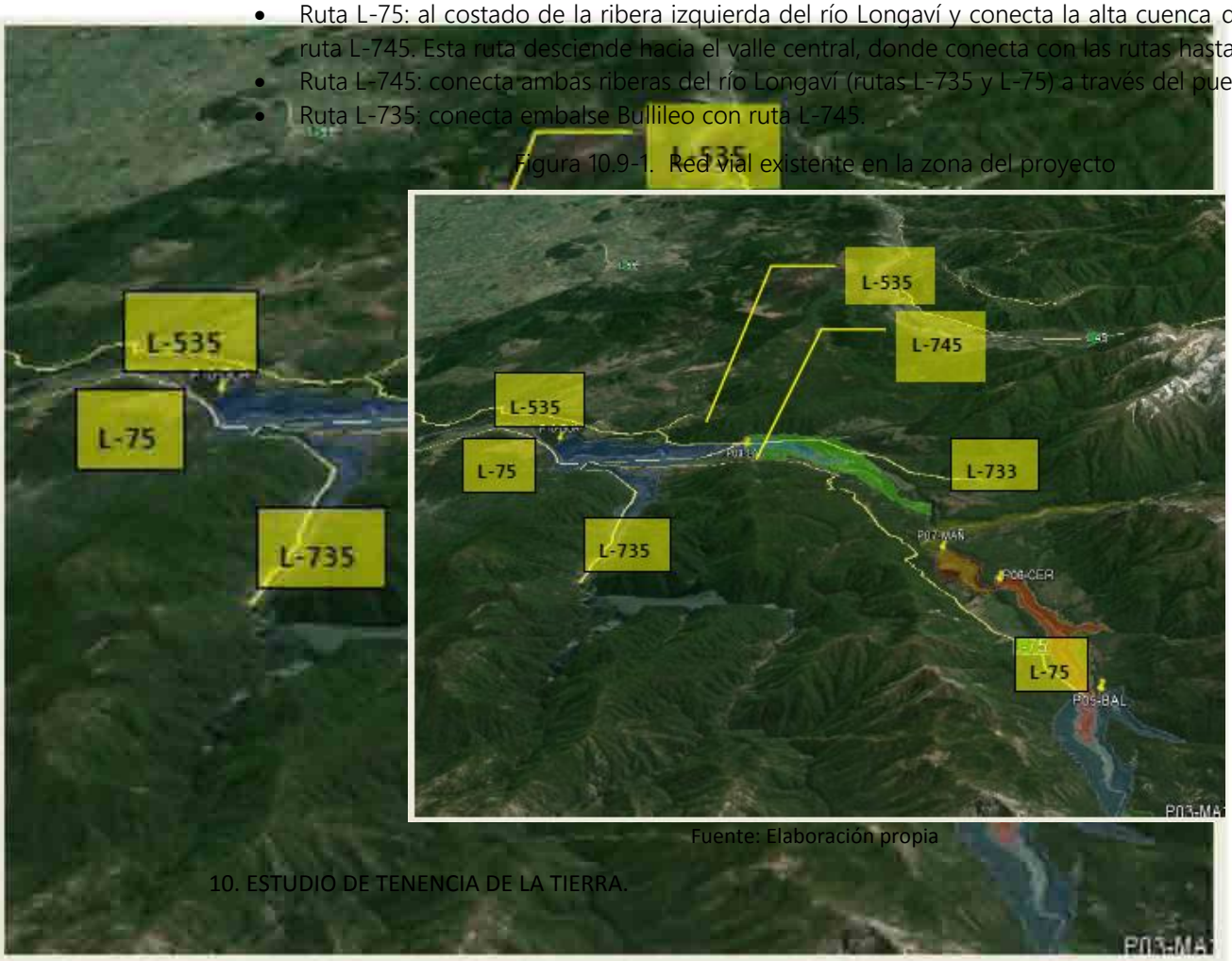
LL- Esc. 1	19	**285**
LL-Esc. 2	29	**435**
LL-Esc. 3	29	**435**
CL-Esc. 1.a	0	**0**
CL-Esc. 1.b	30	**450**
EM-Esc. 1.a	30	**450**
EM-Esc. 1	79	**1.185**

Fuente: Elaboración propia

b) Red vial

- Ruta L-733: al costado de la ribera derecha del río Longaví y conecta la alta cuenca del río Longaví con las rutas L-745 y L-535. Esta última desciende hacia el valle central.
- Ruta L-75: al costado de la ribera izquierda del río Longaví y conecta la alta cuenca del Longaví con la ruta L-745. Esta ruta desciende hacia el valle central, donde conecta con las rutas hasta la ruta 5 Sur.
- Ruta L-745: conecta ambas riberas del río Longaví (rutas L-735 y L-75) a través del puente Malcho.
- Ruta L-735: conecta embalse Bullileo con ruta L-745.

Figura 10.9-1. Red vial existente en la zona del proyecto



Fuente: Elaboración propia

El área del proyecto tiene dos rutas viales importantes: la ruta L-733 (ribera derecha del río Longaví) y la ruta L-75 (ribera izquierda del río Longaví). El Puente Malcho conecta la ruta L-745 con la ruta L-733. La instalación del proyecto afectará el puente de La Balsa, un tramo de aproximadamente 7 km de la ruta L-733, un tramo de la ruta L-75 (cerca de 3 km para la alternativa Laureles), y una serie de caminos locales.

En la tabla siguiente, se indica la longitud de caminos a expropiar por alternativas, considerando un ancho promedio de 15 metros, y un precio de $ 2 millones por hectárea.

Tabla 10.9-1. Valor Total de Longitudes y áreas de caminos a expropiar, para cada alternativa.

LL-1.1-2.1	9,39	14,08	**28,16**
LL-1.2-2.2	9,39	14,08	**28,16**
LL-1.3-2.3	9,39	14,08	**28,16**
CL-1.1.a	0,74	1,11	**2,21**
CL-1.1.b	0,74	1,11	**2,21**
EM-1.1.a	0,31	0,47	**0,94**
EM-1.1	0,31	0,47	**0,94**

Fuente: Elaboración propia

c) Tendido eléctrico

Se identificó cableado de electrificación a lo largo de las siguientes rutas:

- Cableado a lo largo de la ruta L-733. Este cableado se extiende a los costados de la ruta y atraviesa el río Longaví hacia la ribera derecha en el sector La Balsa.
- Cableado a lo largo de la ruta I-745. Este cableado se extiende a los costados de la ruta y se extiende hacia el Sector Residencial 1 (SR1). Ver Figura 10.9-2.

Figura 10.9-2. Cableado de Conducción de Electricidad al Costado de la Ruta L-75

11. EVALUACIÓN ECONÓMICA

11.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la evaluación económica del proyecto, considerando los costos y beneficios, e incluyendo el cálculo de indicadores económicos de cada solución de embalse, para luego desarrollar un análisis de sensibilidad a la mejor solución. Las metodologías de análisis y cálculo utilizadas se desprenden de los siguientes documentos:

- Normas de evaluación indicadas en los Términos de Referencia.
- Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego (CNR, 2011).
- Metodología para la Formulación y Evaluación Socioeconómica de Embalses y Obras Hidráulicas Anexas con Fines Múltiples (MIDEPLAN, 2011).
- Metodología de Valoración de Embalses y Obras Hidráulicas Anexas en Uso (MIDEPLAN, 2011).

11.2. INDICADORES DE RENTABILIDAD

El principal indicador de rentabilidad en la evaluación de proyectos corresponde al Valor Actual Neto (VAN). Este indicador económico es prioritario para seleccionar la alternativa óptima económica, debido a que permite comparar la rentabilidad en términos absolutos de proyectos con inversiones de distinta magnitud. El VAN se calcula con la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{i=1}^{30} \left(\frac{B_i - O_i - I_i}{(1+r)^i} \right) - I$$

Donde:

VAN:	Valor actual neto
B:	Beneficios del proyecto
I_0:	Inversión inicial
O_i:	Operación y mantención anual al año i
I_i:	Inversión anual (durante el período de construcción)
r:	Tasa de descuento

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se calcula como la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero:

$$\sum_{i=1}^{30} \left(\frac{B_i - O_i - I_i}{(1+TIR)^i} \right) - I_0 = 0$$

Adicionalmente el IVAN se calcula como la razón entre el VAN calculado anteriormente y la inversión actualizada (I_{act}) dada por:

$$I_{act} = \sum_{i=1}^{30} \frac{I_i}{(1+r)^i} + I_0$$

Además, como complemento, se determina el indicador n/k, que es la razón entre los flujos positivos y los flujos negativos. Estos últimos indicadores son comúnmente utilizados en este tipo de evaluación, aunque presentan dificultades para comparar proyectos con distinto nivel de inversión.

11.3. CONCLUSIONES DE EVALUACIÓN

Los parámetros básicos para el cálculo de estos indicadores son los costos de inversión y de mantenimiento, el beneficio anual esperado y las tasas de descuento. Los valores utilizados, de acuerdo a las indicaciones de la CNR se presentan en la Tabla 11.3-1:

Tabla 11.3-1. Tasas de descuento consideradas

Riego	6	12
Energía	6	10
Agua Potable	6	7
Control Crecidas	6	6

Fuente: Elaboración propia

Se considera un horizonte de evaluación igual a 30 años, y no se consideran impuestos de ningún tipo.

Por último, se considera un nivel de precios dado por un dólar norteamericano de $551, y una UF de $ 23.941, a fecha de junio 2014.

11.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

La evaluación económica se realiza con el método del presupuesto. Este método es el que realmente determina la rentabilidad directa del proyecto; los métodos del valor incremental de la tierra y de las transacciones de los derechos de aprovechamiento de aguas, también fueron utilizados como chequeo.

A. Método del Presupuesto: Es el método más tradicional utilizado, en el cual el agua es considerada un insumo de la producción de otro bien, en este caso los cultivos regados. De esta forma, el beneficio del proyecto se traduce en las diferencias de la producción agrícola, en términos de los márgenes netos económicos, que se estiman a raíz de la utilización del agua en Situaciones Con y Sin Proyecto.

B. Método del Valor Incremental de la Tierra: Este método se basa en el enfoque de los Precios Hedónicos, en el cual el precio de un bien se debe a una serie de tributos de dicho bien, entre los que se encuentran la disponibilidad de agua, el tipo de suelo, la aptitud de uso y los cultivos que en la práctica se desarrollan. En un escenario con proyecto cada una de las características mencionadas deberían incrementar el valor de la tierra, por lo que se asume que éste correspondería a su beneficio.

C. Método de las Transacciones de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas: En este caso se considera el mercado del agua para determinar el valor económico del agua asociada al proyecto, en cuanto a un mayor volumen disponible o el costo evitado para la compra de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas.

11.5. COSTOS

11.5.1. Introducción

En el estudio agronómico se caracterizó la situación actual de la producción (SA) y se establecieron también las demandas futuras o situación futura con proyecto (SCP), considerando la construcción de los posibles embalses capaces de suministrar el agua necesaria a las zonas regables consideradas en cada escenario con el 85% de seguridad. También se consideran escenarios intermedios entre la situación actual y la situación futura del embalse necesario para la máxima superficie regable, en los que se establecen requerimientos de menores superficies de riego que la superficie máxima objetivo.

Con estos escenarios, el estudio de regulación estableció las correspondientes dimensiones de la solución de embalse en los tres emplazamientos posibles (Los Laureles, Cuesta Lara y El Mañío) que proporcionarían el recurso con el 85% de seguridad. Obviamente, cada escenario tiene sus diferentes costos de infraestructura hidráulica y beneficios de la producción agraria. En cada caso, las diferencias entre los flujos netos de beneficios de la producción agrícola en esos escenarios y los beneficios de la producción en situación actual, obtienen los márgenes netos que deben contrastarse con la inversión necesaria. Los escenarios considerados son:

- Escenario 1: En este escenario se considera la superficie regada en la actualidad (30.126 hectáreas netas), sin considerar la incorporación de otras superficies (en secano o no cultivadas). Se trata por tanto de dimensionar el embalse necesario para satisfacer las demandas agronómicas actuales de la zona de riego considerada en el Sistema Longaví con un 85% de seguridad.
- Escenario 2: Es un escenario intermedio de un plan de incorporación progresiva al riego de ciertas áreas de cultivo actualmente en secano, o también de áreas no cultivadas pero con potencial. La superficie incorporada no es proporcional en todos los estratos de tamaño y sectores de riego, pues se han considerado factores agronómicos (mayor o menor aptitud agrícola y categorías de riego existentes, entre otras).
- Escenario 3: Corresponde a la máxima superficie de riego considerada (41.614 hectáreas netas), incorporando casi 9.000 ha que actualmente son secano (entre el 35 y el 65% de la superficie en secano, según el nivel tecnológico y el sector) y el 55% de la superficie arable que no se cultiva, y el 40% de la superficie sin uso potencialmente cultivable con riego.
- Esc1.1-a: Corresponde a la parte del área de riego actual que puede atenderse con un embalse de 44 hm^3, volumen que corresponde al máximo embalse en El Mañío sin afectar la zona de La Balsa.
- Esc1.1-b: Corresponde a la parte del área de riego actual que puede atenderse con un embalse de 67 hm^3, volumen que corresponde al máximo embalse en Cuesta Lara, sin afectar la zona de La Balsa.

Finalmente, se repitió la simulación de los escenarios 1, 2 y 3, pero con la hipótesis de alcanzar el 85% de seguridad en la superficie de riego del Sistema Digua que se atiende con recursos derivados del río Longaví (10.670 hectáreas). Estos escenarios suponen por tanto que los regantes del Sistema Longaví fuesen beneficiarios también del embalse, y sus derechos de aguas tuviesen la misma "calidad" que los regantes del Sistema Longaví; es decir, que sus derechos no fuesen eventuales, sino permanentes.

Tabla 11.5-1. Resumen de superficies de riego por escenarios (ha)

Sistema Longaví	30.126	36.237	41.614	7.441	8.134	30.126	36.237	41.614
Sistema Digua	0	0	0	0	0	10.670	10.670	10.670
Total	30.126	36.237	41.614	7.441	8.134	40.796	46.907	52.284

Fuente: Elaboración propia

Los costos considerados en el análisis económico son los siguientes:

- Construcción de la infraestructura, el embalse en estudio.
- Medidas de mitigación de impacto ambiental.
- Expropiaciones y servidumbres.
- Costos de operación y mantención de las obras de riego.
- Costos de la eventual central hidroeléctrica a pie de presa.

11.5.2. Costo de construcción del proyecto

A partir del presupuesto de las obras, el costo del proyecto se distribuye en cuatro grupos: costos directos de construcción, costos ambientales, costos de expropiaciones y otros (contingencia, imprevistos, gastos generales y utilidades). Los costos directos de construcción son:

1) Instalaciones temporales y trabajos previos
2) Cuerpo de presa
3) Auscultación y elementos de control
4) Aliviadero
5) Desagüe de fondo
6) Obra de toma
7) Instalaciones eléctricas
8) Construcción de caminos y accesos
9) Reposición de infraestructuras y servicios afectados por las obras
10) Edificio de administración y control del embalse
11) Mejoras en las infraestructuras de distribución del agua de riego
12) Sistema remoto de aforo de caudales

A continuación, en la Tabla 11.5-2 se resumen los costos directos totales de construcción que suman estos capítulos, expresados en precios privados y en precios sociales.

Tabla 11.5-2. Resumen de Costos Directos de Construcción (millones de $)

PRECIOS PRIVADOS						
150.801	161.549	168.211	126.160	169.184	102.057	124.321
PRECIOS SOCIALES						
129.118	141.571	149.251	124.716	166.171	87.015	108.329

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar los costos de las medidas ambientales, a nivel de un Estudio de Prefactibilidad, se han diferenciado los siguientes grupos:

- Medidas de adecuación de programa de ingeniería (API).
- Implementación de prácticas ambientales (IPA).
- Implementación de Planes de Contingencia (PC).
- Implementación de Planes de Prevención (PP).
- Capacitación (C).
- Realización de Estudios ambientales específicos (E).

Así, los costos de aplicación del Plan de Manejo Ambiental han contemplado las siguientes actuaciones, que se justifican en la Etapa anterior:

- Rediseño plan de construcción, e implementación de medidas consideradas.
- Monitoreo (material particulado + ruidos + cumplimiento medidas del Plan).
- Plan de prevención.
- Estudio de fauna asociada al cuerpo de agua, calendarización de actividades, e implementación.
- Estudio de especies protegidas de la fauna silvestre, calendarización de actividades e implementación.
- Señalética.
- Elaboración de Plan de Rescate, relocalización de fauna terrestre menor, e implementación.
- Estudio de definición de superficie con vegetación nativa.
- Forestación hilera arbórea perimetral (3 ha).
- Elaboración de Plan de Manejo (corta y reforestación con especies nativas).
- Reforestación con especies nativas.
- Estudio de loreras, reposición de loreras en talud con retroexcavadora, e implementación de medidas para favorecer la emigración espontánea.
- Identificación y reposición de senderos locales y accesos a viviendas afectados por las obras (huellas y senderos a pie y a caballo).
- Reposición de rutas viales.
- Realización de FODA con comunidad local, elaboración de Plan de medidas compensatorias por pérdida de superficie con clase de sitio prioritario, e implementación de las medidas.
- Realización de FODA con comunidad local, y elaboración de Plan de medidas compensatorias por pérdida de función recreativa y conservación de suelos relacionadas con el bosque nativo.
- Realización de FODA, elaboración de Plan de medidas compensatorias por pérdida de objetivos turísticos del PRDU Maule
- Actividades compensatorias por pérdida de superficie de Alta Montaña considerada en PRDU Maule
- Elaboración de Plan de Rescate de elementos patrimoniales y aplicación del Plan.
- Realización de FODA para determinar medidas compensatorias por pérdida de calidad de vida de la población, e implementación del Plan.
- Estudio de Escenas paisajísticas, implementación de actividades de control de perturbación del paisaje y de zonas de restricción
- Otros Estudios de carácter ambiental (Ruidos y vibraciones, Identificación de suelos con uso productivo, Identificación de comunidades de Hualo, Ciprés de Cordillera y Naranjillo, Identificación de sitios de anidamiento de loro Tricahue, Catastro de actividades comerciales informales, actividades turísticas ribereñas y de uso productivo del suelo).
- Prospección pedestre por arqueólogo.

A continuación, en la Tabla 11.5-3 se resumen los costos ambientales totales que suman estos capítulos, que han sido obtenidos y justificados en el Análisis Ambiental realizado.

Tabla 11.5-3 – Resumen de Costos Ambientales (millones de $)

PRECIOS PRIVADOS						
7.526	7.680	7.837	4.668	5.135	4.057	6.345
PRECIOS SOCIALES						
6.119	6.244	6.372	3.860	4.245	3.383	5.173

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificadas las propiedades afectadas por el proyecto en los diferentes emplazamientos, se estimaron las áreas de expropiación afectas en cada predio de forma aproximada, como corresponde en un estudio de prefactibilidad. La superficie con cobertura de plantación forestal y otras coberturas, se midió sobre la base de imágenes superpuestas a los planos de inundación de cada solución de embalse y escenario. Las superficies de expropiación obtenidas de este modo en la etapa anterior se muestran en la Tabla 11.5-4:

Tabla 11.5-4. Resumen expropiaciones

LL – Esc. 1	69,2	304,2	21,3	67,2	9,5	472	19	9,39	14,08
LL – Esc. 2	91,9	404,0	28,3	89,3	14,5	628	29	9,39	14,08
LL – Esc. 3	97,9	430,4	30,1	95,1	14,5	668	29	9,39	14,08
CL-Esc. 1.a	8,3	180,2	0	24,5	0	213	0	0,74	1,11
CL- Esc. 1.b	11,3	244,9	0	33,3	15	300	30	0,74	1,11
EM-Esc. 1.a	10,3	182,8	0	32,4	15	236	30	0,31	0,47
EM-Esc. 1	15,7	358,3	0	57,5	39,5	471	79	0,31	0,47

Fuente: Elaboración propia

Los precios de expropiación considerados han sido los siguientes:

Tabla 11.5-5. Costos de expropiación

7.500.000	2.000.000	4.000.000	1.500.000	5.000.000	15.000.000	2.000.000

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente, los presupuestos de expropiaciones obtienen las cantidades que muestra la Tabla 11.5-6:

Tabla 11.5-6. Resumen de costos de expropiación (millones de pesos)

LL – Esc.1	519,8	609,1	85,2	101,0	47,5	**1.362,7**	285,0	28,2	**1.675,8**
LL – Esc.2	689,5	808,0	113,1	133,9	72,5	**1.817,0**	435,0	28,2	**2.280,2**
LL – Esc.3	734,5	860,7	120,4	142,7	72,5	**1.930,8**	435,0	28,2	**2.393,9**
CL-Esc.1.a	62,4	360,4	0,0	36,7	0,0	**459,5**	0,0	2,2	**461,7**
CL- Esc.1.b	83,4	482,2	0,0	49,2	75,0	**689,8**	450,0	2,2	**1.142,0**
EM-Esc.1.a	75,9	358,4	0,0	47,6	75,0	**556,8**	450,0	0,9	**1.007,7**
EM-Esc.1	117,7	716,7	0,0	86,2	197,5	**1.118,0**	1.185,0	0,9	**2.304,0**

Fuente: Elaboración propia

Sobre los costes directos de construcción, se ha agregado un 8% en contingencias e imprevistos, y a la suma de todos ellos (costos directos, contingencia e imprevistos) se ha agregado además un 40% en concepto de gastos generales y utilidades.

11.5.3. Costo de operación

En la Tabla 11.5-7 siguiente se presentan en forma resumida los costos anuales de operación de las obras, que se han establecido en el 1% del costo directo de construcción. En otros estudios similares, el costo de operación varía entre 0,5 % y 1,0 %, de los costos directos. En forma conservadora, se adoptó el valor 1,0 %, valor que debería ser determinado en mayor detalle en fase de Factibilidad.

Tabla 11.5-7. Costos de operación de las obras (millones de $)

1.020,6	870,2
1.243,2	1.083,3
1.261,6	1.247,2
1.691,8	1.678,8
1.508,0	1.291,2
1.615,5	1.415,7
1.682,1	1.492,5

Fuente: Elaboración propia

11.5.4. Costo de la eventual Central Hidroeléctrica

En la Tabla 11.5-8 se muestra el costo de la posible central hidroeléctrica proyectada (a precios privados), obtenido anteriormente (ver diseño de las obras complementarias), así como su coste anual de operación, que se determinó en función de la potencia instalada. Los costos están expresados en millones de pesos. A estos valores hay que aplicar un 45% en gastos generales y utilidades (algo más altos que en la infraestructura de la presa).

Tabla 11.5-8. Resumen de Costos de la central hidroeléctrica, con precios Privados

Cuesta Lara - 1.a		21,07	873,2	6.194,6	13.400,5	20.468,3	92,0
Cuesta Lara - 1.b		24,06	873,2	7.073,6	13.400,5	21.347,3	99,5
El Mañío - 1.a		12,81	873,2	3.766,1	13.400,5	18.039,8	68,6
El Mañío - 1		23,36	873,2	686,8	13.400,5	21.141,5	97,8
Los Laureles - 1	Digua con derechos eventuales	29,58	873,2	8.696,5	10.872,1	20.441,8	112,4
Los Laureles - 2		34,28	873,2	10.078,3	10.872,1	21.823,6	122,7
Los Laureles - 3		37,77	873,2	11.104,4	10.872,1	22.849,7	129,9
Los Laureles - 1	Digua con derechos permanentes	29,57	873,2	8.693,6	10.872,1	20.438,9	112,4
Los Laureles - 2		34,42	873,2	10.119,5	10.872,1	21.864,8	123,0
Los Laureles - 3		37,30	873,2	10.966,2	10.872,1	22.711,5	128,9

Nota: Se considera tasa de cambio del 6/11/2014, 1USD=$588
Fuente: Elaboración propia

11.6. BENEFICIOS

11.6.1. Generalidades

En esta sección se presentan y describen brevemente los beneficios considerados para la evaluación, los cuales se pueden resumir en los siguientes ámbitos:

a) Beneficios del Riego en el Sistema Longaví y en el Sistema Digua (método del presupuesto).
b) Valor incremental de la tierra.
c) Transacciones de los derechos de aprovechamiento de aguas
d) Generación hidroeléctrica.
e) Control de crecidas.
f) Turismo.
g) Agua potable rural.

11.6.2. Beneficios directos del riego en el Sistema Longaví

El principal beneficio de la construcción de un embalse es el mejoramiento de la productividad de los actuales cultivos, la incorporación de cultivos de mayor rentabilidad (que requieren la seguridad de riego que proporciona el embalse) y aumentar la superficie de riego actual. El beneficio agroeconómico neto del proyecto se obtiene como diferencia entre los márgenes netos de las situaciones con (SCP) y sin proyecto (SSP). Los valores de los márgenes están en el Estudio Agroeconómico del presente Estudio, en el cual también se entrega la información detallada según predio promedio, nivel tecnológico y sectores de riego. En términos generales el efecto beneficioso del proyecto se observa en el aumento de superficie con 85% de seguridad de riego, de acuerdo con el modelo de regulación.

En las tablas siguientes (11.6-1 y 11.6-2) se presenta un resumen de los beneficios asociados al riego para los diferentes escenarios considerados, en términos del flujo económico neto con respecto a la Situación Sin Proyecto, a precios privados y precios sociales, respectivamente. El cálculo de los beneficios agroeconómicos se incluye en el Estudio Agroeconómico.

Los márgenes netos de los escenarios con y sin proyecto consideran los márgenes brutos obtenidos para cada cultivo en la superficie de riego, menos los costos indirectos y gastos generales, inversión en riego tecnificado y asistencia técnica. Además, en la Situación Con Proyecto se consideran costos por habilitación de terrenos, en cuanto a despedradura, nivelación y acondicionamiento del terreno en general para la implementación de la nueva estructura productiva del suelo. Lo anterior se obtiene primero a nivel de cada predio promedio evaluado, valores que luego son expandidos para cada tipo de predio, sector y el total del área de estudio.

Los costos indirectos y gastos generales corresponden a la administración, contribuciones, contabilidad, mantención de infraestructura, limpia de canales y electricidad, entre otros. Los costos relacionados con la incorporación de sistemas tecnificados de riego se aplican a los terrenos que en Situación Actual utilizan métodos tradicionales, para alcanzar la superficie productiva planteada con la seguridad de riego y los rendimientos esperados. Estos costos incluyen la inversión en el sistema de riego y la mantención anual.

También, se ha considerado un programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica. En la Situación Sin Proyecto se considera el apoyo tecnológico a través de un programa que favorezca la actividad agropecuaria mediante el uso de los nuevos recursos disponibles, mediante la introducción de nuevas tecnologías para el manejo de los rubros productivos. Por otra parte, el desarrollo agropecuario en Situación Con Proyecto considera un programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica que favorezca la adopción de tecnologías pertinentes, para potenciar el rendimiento de los cultivos y optimizar el uso de los recursos productivos. Los costos de este programa contemplan la contratación de personal técnico permanente, asesores e insumos físicos para llevar a cabo esta labor. Este programa tiene una duración variable según el estrato.

Tabla 11.6-1. Beneficio agrícola neto anual (pesos) durante los 30 años de amortización. Sistema Longaví - Precios privados ($)

1	4.855.730.360	3.470.862.114	1.837.029.661	4.773.847.962	3.388.979.716	1.755.147.263	1.199.365.399	1.311.047.197
2	-2.096.513.284	-2.927.603.537	-4.099.255.639	-2.198.118.478	-3.029.208.731	-4.200.860.833	-517.838.781	-566.058.587
3	6.762.071.730	6.537.538.929	5.527.608.956	6.629.105.502	6.404.572.701	5.394.642.728	1.670.231.717	1.825.759.367
4	-5.111.613.850	-4.787.961.488	-6.786.684.549	-5.251.284.630	-4.927.632.268	-6.926.355.329	-1.262.568.621	-1.380.135.739
5	2.428.415.734	3.854.881.902	1.707.536.230	2.304.962.486	3.731.428.654	1.584.082.982	599.818.686	655.672.248
6	1.265.844.145	4.158.902.697	3.455.166.871	1.168.333.825	4.061.392.377	3.357.656.551	312.663.504	341.777.919
7	10.132.321.980	14.742.476.222	13.503.506.949	10.091.834.750	14.701.988.992	13.463.019.720	2.502.683.529	2.735.726.935
8	11.513.207.810	18.650.170.497	18.356.980.996	11.624.232.107	18.761.194.795	18.468.005.294	2.843.762.329	3.108.566.109
9	8.402.699.625	16.365.796.407	17.582.954.000	8.578.778.803	16.541.875.585	17.759.033.177	2.075.466.807	2.268.728.899
10	9.773.284.122	20.176.365.350	21.299.363.456	10.051.879.372	20.454.960.600	21.577.958.705	2.414.001.178	2.638.786.713
11	4.632.314.816	16.428.445.516	16.972.376.983	4.998.607.450	16.794.738.151	17.338.669.617	1.144.181.759	1.250.725.000
12	13.949.879.612	27.616.632.728	30.267.587.766	14.467.092.113	28.133.845.228	30.784.800.266	3.445.620.264	3.766.467.495
13	11.645.681.218	24.885.145.142	27.273.501.660	12.246.127.799	25.485.591.722	27.873.948.240	2.876.483.261	3.144.333.929
14	12.779.561.830	26.473.259.998	29.585.324.514	13.465.862.969	27.159.561.137	30.271.625.653	3.156.551.772	3.450.481.694
15	14.084.526.816	28.440.278.880	30.803.072.753	14.848.833.175	29.204.585.239	31.567.379.112	3.478.878.124	3.802.822.240
16	9.225.344.286	21.243.658.499	23.211.741.321	10.028.593.602	22.046.907.814	24.014.990.637	2.278.660.039	2.490.842.957
17	11.075.704.471	24.432.617.080	28.158.973.585	11.925.826.483	25.282.739.091	29.009.095.596	2.735.699.004	2.990.440.207
18	8.889.267.215	20.831.097.865	22.770.135.648	9.761.522.965	21.703.353.615	23.642.391.398	2.195.649.002	2.400.102.148
19	11.960.099.794	25.510.251.046	28.807.950.081	12.857.278.899	26.407.430.151	29.705.129.186	2.954.144.649	3.229.226.944
20	9.828.964.672	22.164.616.295	24.645.086.359	10.701.942.783	23.037.594.406	25.518.064.469	2.427.754.274	2.653.820.462
21	6.344.150.106	16.619.572.765	17.768.466.769	7.123.121.601	17.398.544.260	18.547.438.264	1.567.005.076	1.712.920.529
22	6.957.220.476	16.710.235.563	17.872.283.897	7.669.159.219	17.422.174.305	18.584.222.639	1.718.433.458	1.878.449.529
23	8.658.535.114	16.797.783.771	16.342.657.248	9.285.482.781	17.424.731.438	16.969.604.915	2.138.658.173	2.337.804.481
24	7.404.450.805	15.190.053.439	15.268.293.786	7.971.608.079	15.757.210.713	15.835.451.060	1.828.899.349	1.999.201.717
25	2.133.417.076	8.832.410.819	8.541.787.135	2.612.091.159	9.311.084.901	9.020.461.217	526.954.018	576.022.611
26	3.420.501.018	10.401.392.346	10.622.619.647	3.829.425.636	10.810.316.964	11.031.544.265	844.863.751	923.535.275
27	12.570.338.888	20.463.521.426	19.380.700.376	12.992.560.701	20.885.743.238	19.802.922.188	3.104.873.705	3.393.991.500
28	11.156.931.744	19.646.289.236	20.271.553.424	11.569.803.806	20.059.161.298	20.684.425.486	2.755.762.141	3.012.371.571
29	13.095.424.598	23.140.012.787	24.798.177.088	13.467.922.272	23.512.510.461	25.170.674.762	3.234.569.876	3.535.764.642
30	13.239.573.962	24.371.790.688	25.860.064.685	13.512.608.165	24.644.824.892	26.133.098.888	3.270.174.769	3.574.684.970
VAN	45.691.069.749	86.074.674.906	84.703.516.482	46.956.816.364	87.340.421.522	85.969.263.098	11.285.694.228	12.336.588.832

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.6-2. Beneficio agrícola neto anual (pesos) durante los 30 años de amortización.
Sistema Longaví - Precios sociales ($)

1	5.532.986.668	4.049.403.046	2.665.210.957	5.440.608.028	3.957.024.405	2.572.832.317	1.366.647.707	1.493.906.400
2	-455.836.764	-1.455.322.249	-2.194.005.971	-581.021.158	-1.580.506.643	-2.319.190.365	-112.591.681	-123.075.926
3	9.532.847.209	9.034.859.391	8.714.897.838	9.361.207.102	8.863.219.284	8.543.257.731	2.354.613.261	2.573.868.746
4	-1.271.389.460	-1.458.016.380	-2.264.579.056	-1.462.187.086	-1.648.814.005	-2.455.376.682	-314.033.197	-343.275.154
5	7.807.153.121	8.462.203.892	8.094.486.610	7.621.079.038	8.276.129.809	7.908.412.526	1.928.366.821	2.107.931.343
6	8.470.162.274	10.313.176.174	12.035.014.816	8.300.683.623	10.143.697.523	11.865.536.165	2.092.130.082	2.286.943.814
7	17.778.075.778	21.031.473.284	22.926.855.871	17.658.694.217	20.912.091.724	22.807.474.310	4.391.184.717	4.800.080.460
8	17.711.351.422	23.181.818.934	26.746.753.750	17.742.914.857	23.213.382.369	26.778.317.185	4.374.703.801	4.782.064.884
9	14.858.049.864	20.877.730.744	26.571.006.658	14.951.282.038	20.970.962.918	26.664.238.831	3.669.938.316	4.011.673.463
10	16.486.671.415	24.696.850.077	30.878.712.540	16.683.733.895	24.893.912.557	31.075.775.020	4.072.207.839	4.451.401.282
11	11.731.611.746	21.130.066.302	27.212.737.926	12.019.791.081	21.418.245.637	27.500.917.261	2.897.708.101	3.167.535.171
12	21.627.285.786	32.765.427.076	41.295.449.636	22.082.805.381	33.220.946.671	41.750.969.230	5.341.939.589	5.839.367.162
13	18.229.730.031	28.988.949.162	37.215.301.399	18.779.099.695	29.538.318.826	37.764.671.062	4.502.743.318	4.922.027.108
14	19.726.655.949	31.009.784.030	39.859.469.137	20.364.039.328	31.647.167.409	40.496.852.517	4.872.484.019	5.326.197.106
15	20.695.689.193	32.704.383.287	40.696.612.689	21.410.041.507	33.418.735.601	41.410.965.003	5.111.835.231	5.587.836.082
16	15.235.646.989	24.913.293.314	32.447.637.702	15.986.920.465	25.664.566.791	33.198.911.178	3.763.204.806	4.113.624.687
17	17.428.374.486	28.480.792.511	37.742.771.206	18.225.070.588	29.277.488.614	38.539.467.309	4.304.808.498	4.705.661.111
18	15.718.722.186	25.357.682.109	32.829.202.871	16.535.965.729	26.174.925.652	33.646.446.414	3.882.524.380	4.244.054.990
19	19.873.119.115	31.158.198.567	39.877.435.108	20.713.443.916	31.998.523.368	40.717.759.909	4.908.660.421	5.365.742.161
20	18.155.241.243	28.228.882.410	36.057.197.082	18.972.553.464	29.046.194.632	36.874.509.303	4.484.344.587	4.901.915.136
21	14.617.165.806	22.656.779.819	28.995.027.487	15.335.476.228	23.375.090.241	29.713.337.909	3.610.439.954	3.946.634.768
22	15.021.007.816	22.583.427.172	28.739.920.314	15.669.532.426	23.231.951.783	29.388.444.924	3.710.188.931	4.055.672.110
23	16.799.671.985	22.794.957.967	27.160.304.775	17.358.026.571	23.353.312.553	27.718.659.360	4.149.518.980	4.535.911.436
24	15.723.633.748	21.433.730.917	26.170.624.422	16.224.860.994	21.934.958.163	26.671.851.668	3.883.737.536	4.245.381.112
25	10.525.513.564	15.329.357.657	19.356.171.818	10.933.718.445	15.737.562.539	19.764.376.699	2.599.801.850	2.841.888.662
26	10.760.121.994	15.975.929.151	20.279.402.912	11.092.964.921	16.308.772.078	20.612.245.839	2.657.750.133	2.905.232.938
27	19.755.800.110	25.935.463.412	28.894.980.274	20.093.541.440	26.273.204.742	29.232.721.604	4.879.682.627	5.334.066.030
28	16.886.114.474	23.599.484.887	28.418.942.561	17.209.278.370	23.922.648.783	28.742.106.456	4.170.870.275	4.559.250.908
29	19.320.232.565	27.471.564.532	33.644.655.087	19.598.977.552	27.750.309.519	33.923.400.074	4.772.097.444	5.216.462.792
30	20.057.565.536	29.174.130.235	35.500.359.249	20.239.272.511	29.355.837.210	35.682.066.223	4.954.218.687	5.415.542.695
VAN	173.619.271.666	245.385.853.501	298.235.344.591	176.644.660.438	248.411.242.273	301.260.733.363	42.883.960.101	46.877.203.350

Fuente: Elaboración propia

11.6.3. Beneficio directo del riego en el Sistema Digua

A los beneficios agronómicos derivados del embalse en la zona regable del Longaví, habría que añadir o restar los efectos agroeconómicos en la zona del Sistema Digua que se riega con recursos del río Longaví (10.670 ha), provocados por el mismo embalse. Para ello, se ha realizado también una caracterización agronómica preliminar del Sistema Digua, basada en los antecedentes disponibles. Se recomienda realizar una caracterización más detallada en las posteriores fases de desarrollo del Estudio del embalse (Factibilidad), incluyendo encuestas agronómicas.

A partir de los antecedentes disponibles, se realizó la estratificación del Sistema Digua, las superficies de cultivo por cada método de riego, eficiencias y tasas de riego en Situación Actual. A partir de estos datos, se calcularon después las demandas agronómicas netas y brutas de la superficie abastecida con los recursos del río Longaví. Posteriormente se realizó la caracterización productiva y económica, estimando los ingresos, costos y márgenes brutos en Situación Actual, como referencia para determinar después los flujos agroeconómicos en SCP.

En Situación Con Proyecto, la superficie y distribución de tipos de cultivo no se modifica respecto a la Situación Actual. Los volúmenes derivados desde el río Longaví en SCP son los mismos, como promedio, que en la Situación Actual, y por tanto, en SCP no habría beneficio ni perjuicio agrícola, puesto que los márgenes agrarios en SCP son iguales a los márgenes en SA.

Sin embargo, en el Estudio de regulación se ensayó una segunda hipótesis para el Sistema Digua, considerando que sus derechos eventuales cambien a derechos permanentes; en esta situación, el modelo de regulación muestra que el futuro embalse entrega los mismos recursos, pero aumenta la seguridad de riego al 85%. En esta hipótesis, la situación futura o SCP corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales por el aumento de la seguridad de riego hasta el 85% como consecuencia del futuro embalse, con el complemento de un programa de asistencia técnica y capacitación para mejorar el nivel tecnológico, lo que se traducirá en cierto aumento de la productividad de los predios y mayor rentabilidad de los rubros. Es decir, se considera la misma superficie de riego, pero con diferente distribución de cultivos. Calculando los flujos de márgenes netos para los mismos escenarios en esta Situación Con Proyecto, y comparándolos con los obtenidos en Situación Actual, se obtienen los beneficios económicos directos que podrían resultar en caso de que el Sistema Digua se postulase hipotéticamente como beneficiario del embalse. En términos generales, se han considerado criterios de desarrollo similares a los empleados en el estudio del Sistema Longaví, con algunas consideraciones propias para el Sistema Digua derivadas de la diferente potencialidad de sus suelos y distinta gradualidad del desarrollo (el grado de estabilización es mayor que el adoptado en el Sistema Longaví).

A partir de los usos de suelo obtenidos y los porcentajes de sistemas de riego considerados, se obtuvo la eficiencia media ponderada para cada cultivo. Considerando las mismas tasas de riego de la Situación Actual, y una eficiencia de conducción y distribución de canales del 80% se obtuvieron las demandas netas y brutas de la superficie del Sistema Digua abastecida con caudales del río Longaví.

Después se calcularon los ingresos, costos directos y márgenes brutos por hectárea para cada rubro productivo en la situación con proyecto, con la misma metodología y parámetros utilizados en el Sistema Longaví, obteniendo los Flujos de Márgenes Netos en Situación Con Proyecto, y después el beneficio económico directo a precios privados y sociales.

Estos beneficios calculados (ver Estudio Agroeconómico) son solamente a título informativo, pues corresponden a la hipótesis de que los derechos de aguas del Sistema Digua fuesen de carácter permanente; es decir, que los regantes de esta zona fuesen también beneficiarios del embalse, tanto como los del Sistema Longaví.

Tabla 11.6-3. Beneficio agrícola neto anual (pesos) durante los 30 años de amortización. Sistema Digua - Precios de mercado y precios sociales ($)

0	1.631.123.456	1.631.123.456	0	2.736.269.272	2.736.269.272	0
1	1.681.342.377	1.599.459.979	-81.882.398	2.809.325.000	2.716.946.360	-92.378.640
2	1.680.298.701	1.578.693.507	-101.605.194	2.823.857.482	2.698.673.088	-125.184.394
3	1.673.735.462	1.540.769.234	-132.966.228	2.825.964.888	2.654.324.782	-171.640.107
4	1.540.746.662	1.401.075.882	-139.670.780	2.578.941.867	2.388.144.241	-190.797.626
5	1.520.392.122	1.396.938.874	-123.453.248	2.577.018.500	2.390.944.416	-186.074.083
6	1.579.948.966	1.482.438.646	-97.510.320	2.674.465.096	2.504.986.446	-169.478.651
7	1.608.821.119	1.568.333.890	-40.487.229	2.748.537.576	2.629.156.015	-119.381.561
8	1.365.957.628	1.476.981.926	111.024.297	2.486.472.431	2.518.035.866	31.563.435
9	1.272.169.950	1.448.249.128	176.079.178	2.361.173.876	2.454.406.050	93.232.174
10	1.252.579.451	1.531.174.700	278.595.250	2.324.408.603	2.521.471.082	197.062.480
11	1.306.570.314	1.672.862.949	366.292.634	2.381.430.231	2.669.609.566	288.179.335
12	1.403.267.987	1.920.480.488	517.212.501	2.496.241.777	2.951.761.371	455.519.594
13	1.431.053.044	2.031.499.625	600.446.580	2.543.785.722	3.093.155.386	549.369.663
14	1.563.700.809	2.250.001.948	686.301.139	2.698.895.622	3.336.279.001	637.383.380
15	1.583.243.417	2.347.549.776	764.306.359	2.723.379.030	3.437.731.344	714.352.314
16	1.590.134.795	2.393.384.111	803.249.316	2.624.212.603	3.375.486.080	751.273.476
17	1.572.050.089	2.422.172.100	850.122.011	2.622.850.510	3.419.546.612	796.696.103
18	1.634.823.639	2.507.079.389	872.255.750	2.723.079.897	3.540.323.440	817.243.543
19	1.678.737.869	2.575.916.974	897.179.105	2.813.020.514	3.653.345.314	840.324.801
20	1.704.104.299	2.577.082.410	872.978.111	2.854.641.098	3.671.953.319	817.312.221
21	1.684.370.834	2.463.342.329	778.971.495	2.797.737.078	3.516.047.500	718.310.422
22	1.658.577.973	2.370.516.715	711.938.743	2.755.054.522	3.403.579.132	648.524.610
23	1.668.241.406	2.295.189.072	626.947.666	2.760.318.170	3.318.672.755	558.354.586
24	1.680.918.861	2.248.076.135	567.157.274	2.786.976.462	3.288.203.708	501.227.246
25	1.710.538.880	2.189.212.962	478.674.082	2.839.671.669	3.247.876.550	408.204.882
26	1.730.696.075	2.139.620.693	408.924.618	2.875.098.162	3.207.941.088	332.842.927
27	1.738.106.761	2.160.328.573	422.221.812	2.889.945.690	3.227.687.020	337.741.330
28	1.357.971.666	1.770.843.728	412.872.062	2.360.054.620	2.683.218.516	323.163.896
29	1.290.568.850	1.663.066.524	372.497.674	2.317.482.587	2.596.227.574	278.744.987
30	1.358.398.527	1.631.432.730	273.034.204	2.422.801.508	2.604.508.483	181.706.975
VAN			**1.265.746.616**			**3.025.388.772**

Fuente: Elaboración propia

11.6.4. Beneficio Asociado el Valor Incremental de la Tierra

El paso desde una situación Sin Proyecto a una situación Con Proyecto implica un cambio en el uso del suelo, incrementando su valor productivo y por ende comercial. Es así como la incorporación de nuevas zonas a partir de la habilitación de terrenos sin uso y la implementación de cultivos intensivos justifica esta variación.

La Tabla 11.6-4 resume la variación del uso del suelo según el tamaño de embalse y escenario, cuyo cambio desde la Situación Actual según la gradualidad de incorporación prevista en el estudio agroeconómico.

Tabla 11.6-4. Cambio del uso del Suelo en el Área de Estudio

Arable cultivada con riego	10.016.698	30.126	301.765	30.126	301.765	36.237	362.972	41.203	412.718
Arable cultivada sin riego	2.504.175	13.850	34.682	13.850	34.682	7.739	19.381	5.316	13.311
Arable no cultivada	2.504.175	2.363	5.917	2.363	5.917	2.363	5.917	1.063	2.663
Sin uso, potencialmente cultivable	2.504.175	3.894	9.752	3.894	9.752	3.894	9.752	2.651	6.639
Forestal, bosque nativo, matorral	2.000.000	4.823	9.647	4.823	9.647	4.823	9.647	4.823	9.647
Improductivo e infraestructuras	1.500.000	3.961	5.941	3.961	5.941	3.961	5.941	3.961	5.941
Total		59.017	367.704	59.017	367.704	59.017	413.610	59.017	450.919
Valor incremental o Benef. Neto			-		0		45.905		83.215

Fuente: Elaboración propia, a partir de Estudio Agroeconómico

Posteriormente se calcula el beneficio asociado al incremento de superficie multiplicando por el valor esperado de venta. Se consideró, en base a datos de ODEPA, que para el caso de la superficie bajo riego el valor es $10.016.698/ha. El valor de la tierra de secano se estima como el 25% de la superficie bajo riego $2.504.175/ha. Para el caso de la superficie forestal, y otros usos, se considera el valor incluido para la estimación del coste de las expropiaciones.

11.6.5. Beneficio Asociado a las Transacciones de los Derechos de Aguas

Para evaluar los beneficios asociados a la disponibilidad de recursos hídricos, se determina el valor del caudal equivalente medio asociado al proyecto, el que se muestra en la tabla 11.6-5. Estos valores se determinaron como el promedio del caudal efluente desde cada uno de los embalses considerados. Se hace notar que el caudal medio disponible se determina a partir del volumen anual disponible de embalsar, por lo que el uso de una u otra variable es equivalente.

Tabla 11.6-5. Caudal medio asociado a cada alternativa

SA	423.929.438	13,4
SSP	394.224.270	12,5
E 1.1	342.545.366	10,9
E 1.2	412.147.734	13,1
E 1.3	470.272.249	14,9

Fuente: Elaboración propia

El siguiente elemento a considerar es la evaluación del valor del agua. En este sentido cabe destacar que en el último estudio tarifario de la empresa sanitaria Aguas Nuevo Sur S.A. para el periodo 2011-2016 estima que el valor del agua cruda es $0.- para toda la región del Maule, debido a que aún existe disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas a solicitar. Con el fin de establecer un cálculo aproximado al respecto, se ha utilizado la información contenida en el estudio tarifario de la empresa sanitaria ESBIO S.A. para el periodo 2011-2016, en cuyo Capítulo 5, referente a la determinación del valor del agua cruda, se presenta un valor promedio de 38,77 UF/L/s. Con este valor se determinaron los beneficios diferenciales asociados a las transacciones de derechos de aprovechamiento de aguas evitadas debido al proyecto.

11.6.6. Beneficio asociado a la generación hidroeléctrica

En la etapa anterior, se calculó la producción hidroeléctrica anual en cada embalse y escenario, de la eventual central a pie de presa. Afectando la producción por los precios de venta privados, se obtienen los márgenes brutos de venta, frente a los que habrá que contraponer los costes de la inversión para la construcción y los costes de mantención. Se consideran los siguientes parámetros básicos:

- Venta de Potencia: $ 4.704 por kW/mes
- Venta Energía: $ 47,04 por kWh

Los valores de venta, en millones de pesos, a precio privados, son los siguientes:

Tabla 11.6-6. Producción hidroeléctrica

Los Laureles – Escenario 1	Sistema Digua con derechos eventuales	19,91	175,67	786,7	8.263,5	9.050,2
Los Laureles – Escenario 2		23,14	204,23	914,3	9.607,0	10.521,3
Los Laureles – Escenario 3		25,1	221,46	991,8	10.417,5	11.409,3
Los Laureles – Escenario 1	Sistema Digua con derechos permanentes	19,78	174,54	781,6	8.210,4	8.991,9
Los Laureles – Escenario 2		23,21	204,82	917,1	9.634,7	10.551,8
Los Laureles – Escenario 3		24,7	218	976,0	10.254,7	11.230,7
Cuesta Lara – Escenario 1.a		6,36	55,74	251,3	2.622,0	2.873,3
Cuesta Lara – Escenario 1.b		16,34	144,14	645,7	6.780,3	7.426,0
El Mañío – Escenario 1.a		2,13	19,01	84,2	894,2	978,4
El Mañío – Escenario 1		15,74	138,86	621,9	6.532,0	7.153,9

Fuente: Elaboración propia

11.6.7. Beneficio asociado al control de crecidas

La evaluación del beneficio de los embalses como controladores de crecidas se debe realizar comparando los efectos aguas abajo del embalse de las crecidas en la situación actual (régimen natural), con la situación con proyecto. Los embalses, dependiendo del nivel al que se encuentre el embalse al momento de una crecida, reducirán los caudales de crecida y, por lo tanto, los niveles de inundación aguas abajo de éste.

Las crecidas pueden viajar por varios kilómetros de río (incluso hasta la desembocadura del río en el mar, caso de la crecida del 2006 en el Biobío). Para efectos de este proyecto, la superficie a ser evaluada debería ser desde la alternativa más aguas arriba hasta el punto más alejado de la zona de riego. La longitud de este tramo es 60 km.

La información topográfica para hacer esta evaluación debiera ser, al menos, los perfiles topobatimétricos de 60 km del río Longaví (cada 200 metros) y algunos perfiles en sus aportes intermedios más importantes (Río Blanco y Bullileo) más los levantamientos de todas las singularidades del cauce (puentes y bocatomas, por ejemplo).

Actualmente, y de acuerdo a las bases técnicas, el proyecto cuenta con varios levantamientos topográficos realizados con aerofotometría, pero ninguno de esos levantamientos cubre toda la zona precisa para realizar un estudio de inundabilidad, ni tiene información de la morfología del cauce del río Longaví.

Bajo ese escenario, lo más conservador y razonable para la evaluación, es no considerar beneficios por control de crecidas y estimar dicho beneficio en etapas futuras del proyecto.

11.6.8. Beneficio asociado al turismo

Históricamente, la demanda turística que ha recibido la Región del Maule corresponde a segmentos del mercado interno tradicional, que acuden a localidades específicas motivados por sus actividades laborales, o con fines vacacionales y de descanso. Estos movimientos turísticos se dirigen de preferencia a los centros poblados más importantes (Talca, Curicó, Linares, entre otros), a lo largo del año, haciendo uso de instalaciones y servicios propios del área urbana, como hoteles y restaurantes de ciudad. Los otros lo hacen en periodos de vacaciones, feriados y fines de semana, hacia aquellos destinos (playas, balnearios, embalses, montaña) e instalaciones que les ofrecen actividades turístico-recreacionales y posibilidades de descanso (Lago Vichuquén, Constitución, Pelluhue, Lago Colbún, etc.).

En los últimos años sin embargo, esta región ha alcanzado una mayor participación en el mercado turístico nacional, gracias al desarrollo que está experimentando un nuevo tipo de demanda dirigido hacia las zonas rurales y las formas de vida campesina, denominado turismo rural o agroturismo. Corresponde principalmente a segmentos de población nacional o extranjera, residentes en el Área Metropolitana o en otras localidades urbanas de la región o regiones vecinas, interesados en conocer la realidad rural, a través de sus actividades productivas y artesanales, costumbres y modos de vida, expresiones folklóricas y culturales, formas de recreación, entre otras.

La incipiente oferta turística actual de la zona donde se emplazaría el futuro embalse debería empezar a responder a esta realidad. Como se ha señalado, la oferta es de carácter potencial, conformada por una variedad de atractivos naturales y rurales propios de una zona precordillerana y cordillerana, cuya puesta en valor es aún insuficiente actualmente, que no han sido todavía adecuadamente difundidos y conocidos en el mercado interno, por lo que no han logrado posicionarse plenamente para consolidar una demanda significativa, estable y permanente.

En la actualidad, los flujos turísticos en la zona que resultaría afectada por el posible embalse son aún moderados y ese sector del río no se encuentra entre los circuitos turísticos más relevantes del país, ni de la Región. Sin embargo, existe una modesta tendencia al incremento del turismo rural. Se estima factible que el futuro embalse pueda ser usado con fines recreacionales, no solo para campings, sino incluso la instalación de viviendas veraniegas, pero para eso se requiere en primer lugar infraestructura urbana que a la fecha no existe, y que además no está relacionada con el proyecto de riego. Otra opción para el desarrollo de algún equipamiento turístico relacionado con el medio rural (agroturismo), consistiría en mejorar las vías de acceso al futuro embalse durante todo el año desde las poblaciones próximas a él, en donde se podrían concentrar el alojamiento y la gastronomía.

La actividad de pesca fluvial deportiva (trucha o pejerrey) ya tiene un cierto posicionamiento en los visitantes habituales del sector, que posee muy buen nivel para el desarrollo de la pesca. Por tanto, la pesca tradicional de cauce natural en pendiente (ríos cordilleranos), que resultaría impedida en la zona del embalse, podría reemplazarse por la posible pesca en el embalse. Esta actividad favorece un tipo de turismo que normalmente va acompañado de inversiones en infraestructura básica (vías de comunicación, alojamiento y hostelería).

En este sentido hay que considerar que el sector presenta buena conectividad con la región central del país, no siendo necesario el desarrollo de grandes proyectos hoteleros, aunque favorecerían sin duda la inversión local.

Con respecto al senderismo practicado por deportistas y algunos estudiantes que realizan visitas a terreno, la creación de un importante espejo de agua y humedal, sin duda inundará una buena parte de la red de senderos actuales, pero también puede favorecer la proliferación de otras actividades acuáticas (canotaje y piragüismo, navegación a vela) y no acuáticas (mountain-bike, acampada, avistamientos de flora y fauna, andinismo y montañismo, etc.). Estas actividades se verán alteradas por la presencia del embalse, pero es difícil determinar en la presente fase de prefactibilidad en qué medida podrían ser perjudicadas o al contrario, beneficiarse de mayores flujos si la autoridad local incorpora al proyecto un atractivo turístico relevante.

Otro posible producto turístico puede ser la creación de algún "Centro de Educación Ambiental y Ecoturístico", que incorporase el transporte fluvial por el embalse. La creación de circuitos, caminos y senderos en los alrededores del futuro embalse no es fácil, debido a que los terrenos son en su mayoría fundos de propiedad privada. En las futuras fases de desarrollo del proyecto del embalse hasta su implementación (factibilidad, diseño de detalle y construcción) existe tiempo suficiente para estudiar y fomentar el interés de la inversión privada en actividades turísticas en esta zona. Con el fin de impulsar los valores turísticos que la comuna de Linares posee, se identificaron aquellos lugares de alto valor paisajístico que además poseen condiciones especiales relacionadas con la práctica de deportes, con la posibilidad de generar instalaciones para la recreación, el descanso y el ocio. La comuna de Linares posee más de la mitad de su territorio conformado por elementos paisajísticos de interés para el turismo y la conservación de la biodiversidad.

Longaví y Parral son comunas tradicionalmente agrícolas, que a lo largo de los años se han especializado, según sus condiciones naturales y ventajas comparativas, cuya base económica es la horticultura, fruticultura y agroindustria asociada a la vid y producción de vinos. Pero las autoridades y la comunidad local apuestan también al desarrollo del sector turismo como otro sector que puede ser base de la economía local. Los antecedentes recabados indican que la cuenca del río Longaví tiene alta calidad paisajística, lo que ha sido reconocido por los instrumentos de planificación territorial analizados. Este entorno paisajístico constituye un elemento para el desarrollo del turismo. Los elementos más relevantes que dan valor a las escenas paisajísticas son tres: entorno montañoso, cobertura arbórea y cauce fluvial que focaliza las escenas. Dentro de los objetivos de este plan están: aumentar el flujo turístico del turismo interno, principalmente en temporada no estival y posicionar al Maule como destino turístico receptivo de mercados de corta distancia. Dentro de sus lineamientos concretos en el área estudiada, cabe mencionar en la tabla siguiente los objetivos y metas que considera dicho plan.

Tabla 11.6-7- Objetivos, Metas, Acciones e Indicadores para el Fortalecimiento de la Competitividad de la Oferta Turística del Maule

Reconstruir y mejorar la oferta turística post tsunami	Reconstrucción productiva de las MIPYME turísticas en la provincia de Curicó	1.-Guía modelo de reconstrucción productiva del sector turístico 2.- 6 Anteproyectos arquitectónicos de camping y cabañas	1.- Diseño y edición de guía del modelo en formato papel y digital 2.- Diseños de anteproyectos arquitectónicos de cabañas y camping
Fortalecer capacidades empresariales de la industria turística regional	Mejoramiento de la Competitividad del Turismo de Naturaleza y Aventura del Maule	1.- Transferencia de tecnologías de producto para 20 empresas de turismo de naturaleza y aventura en la pre cordillera y cordillera del Maule	1.- Tecnologías de información y técnicas de comercialización transferidas 2.- Modelo de Gestión del Turismo Aventura en el Maule implementado

Fuente: Plan de Desarrollo Turístico del Maule 2011-2014

Como se desprende de la observación de la tabla precedente, los objetivos, acciones y metas contenidos en el Plan de Desarrollo Turístico aplican al área de las tres alternativas de embalse, dado que las tres se localizan en el área de destino turístico Curicó, Valle y Cordillera. Se han identificado tres instrumentos de regulación del territorio que conciernen el área estudiada: Plan Desarrollo Urbano del Maule, Plan Desarrollo Turístico del Maule y Ordenanza local sobre medio ambiente (Norma 61373). De éstos, los dos primeros reconocen la orientación turística del área, basado en los recursos escénicos y geográficos de alto interés: paisajes, termas, biodiversidad.

El PDU del Maule reconoce que la zona precordillerana y cordillerana andina presenta excelentes oportunidades para actividades económicas alternativas en la zona forestal (turismo recreacional, turismo rural, ecoturismo, turismo aventura, etc.). Tiene alto potencial para el desarrollo del turismo rural, el ecoturismo y el turismo aventura, lo que sumado al proyecto de Senderos de Chile y a la mantención y revalorización de las costumbres y tradiciones locales puede estimular una importante actividad en la Región.

El análisis de estos instrumentos de planificación territorial permite concluir que no existen restricciones para la instalación del proyecto para ninguna de las tres alternativas de embalse. Los proyectos de embalses no están considerados dentro de los usos no recomendados por el PRDU Maule en zonas de montaña y zonas de bosque nativo. El Plan de desarrollo Turístico no indica restricciones de uso del territorio, sino que propone objetivos y metas a desarrollar en el marco de la orientación turística del área del proyecto. Estos Objetivos aplican por igual a las tres alternativas. Por último, la Ordenanza ambiental no entrega tampoco restricciones al tipo de proyecto, sino que proporciona lineamientos para actividades de construcción a desarrollar. Esta ordenanza aplica por igual sobre las tres alternativas de embalse.

Pero por otro lado, impactos relevantes se verifican en el ámbito de la planificación territorial. Los instrumentos de planificación consultados apuntan a orientar el espacio de instalación del proyecto hacia el turismo y la recreación, dada las condiciones de cobertura vegetal nativa existentes. El PRDU del Maule asigna a esta parte del territorio regional aptitudes hacia el turismo y la conservación. En este ámbito, cabe mencionar que el área del proyecto está inserta en el sitio prioritario *Bosques Nativos de Digua y Bullileo*.

Cabe mencionar que la actividad turística actual descansa sobre emprendimientos aislados de lugareños. No se identificó infraestructura formal de acogida para visitantes (hotelería, gastronomía, artesanía, etc.), ni adecuación de la infraestructura vial, ni señalética adecuada, red de salud para la acogida de turistas, etc. Es claro que estas actividades se verán perjudicadas por una parte, por la invasión de la zona inundable del embalse, pero también surgirán otras actividades relacionadas con el medio húmedo que se desarrolla, como el canotaje, piragüismo, y la navegación en general. El senderismo será posiblemente desplazado a las zonas más altas, donde se pueden instalar fácilmente miradores hacia el nuevo paisaje.

De los reconocimientos en terreno efectuados, se puede concluir que los recursos naturales son el principal potencial turístico de la zona. No existen atractivos culturales de señalar, como arquitectura, festividades y artesanía, que impliquen una participación mayor de la población local. El equipamiento turístico existente en el área es muy escaso, con excepción de la zona de La Balsa, sector donde existen casas de vacaciones. En la zona de Bullileo, existen algunas cabañas y camping con instalaciones básicas.

La demanda turística rural se encuentra en expansión, pero aún no ha logrado consolidarse en esta zona, porque a la fecha tampoco existe en el mercado interno una oferta diversificada, consolidada y difundida, que responda en forma adecuada a los requerimientos y expectativas de los interesados. En la presente fase de prefactibilidad del proyecto no resulta posible la cuantificación económica de estos cambios, a favor y en contra, y por tanto no se puede considerar un beneficio mínimo económico por este motivo.

Algunas de las actividades turísticas que actualmente se contemplan en los Planes de Desarrollo Turístico por parte de alguna comuna de la zona (por ejemplo Romeral), como son la práctica de kajak, rafting, pesca con mosca y senderismo, resultarían obstaculizadas por el futuro embalse; sin embargo, otras actividades turísticas relevantes (senderismo, andinismo, etc.) son compatibles con el embalse, e incluso podrían potenciarse con el futuro embalse.

Metodológicamente la hipótesis a adoptar para evaluar el posible beneficio del turismo debe ser conservadora, es decir tendente a establecer el mínimo beneficio posible. Cualitativamente es previsible que el futuro embalse induzca beneficios por el desarrollo de actividades turísticas, pero no resulta posible cuantificarlo en esta fase de los trabajos, y las hipótesis menos favorables conducen a determinar que el beneficio mínimo es nulo.

11.6.9. Beneficios asociados al agua potable

Desde el punto de vista de los beneficios, un embalse puede provocar un aumento de la oferta de agua cruda en un área. Si esta agua adicional es vendida a una empresa sanitaria, se obtendrá un beneficio por mayor consumo de agua cruda para la generación de agua potable. En cambio, si el agua cruda se libera para su potabilización y entrega a un área sin abastecimiento de agua potable en la SSP, los beneficios del proyecto deberían corresponder a la liberación de recursos (ahorros de costos por reemplazo de tecnologías alternativas de provisión del agua cruda, por ejemplo, ahorros de costos de bombeo) y al mayor consumo de agua potable.

Cuando el proyecto provee agua potable en un área sin suministro de la misma (en general en zonas rurales) como en el presente proyecto, los beneficios están dados por la liberación de recursos o ahorro de costos por reemplazo de otras fuentes de provisión de agua para consumo humano, aumento de consumo de agua potable por disponer de una fuente permanente de abastecimiento y ahorros de costos por menores niveles de morbilidad de los usuarios que pasan a consumir agua potable en la SCP.

Cuando el proyecto sustituye la provisión de agua, no necesariamente potable, desde sistemas alternativos como norias o vertientes, a las que las personas van con vasijas o recipientes a la fuente en búsqueda de agua, se producen los denominados costos de acarreo (o costos en los que el país dejará de incurrir por producir agua potable en la SCP). Asimismo, dado que los usuarios en la SSP consumen agua no necesariamente potable, la curva de beneficio marginal por consumo de agua está por encima de la curva de beneficio marginal privado; es decir, la sociedad atribuye una externalidad positiva al consumo de agua potable (esa diferencia corresponde a los ahorros de costos sociales por menor morbilidad de las personas; por ejemplo por menor probabilidad de existencia de enfermedades gastrointestinales).

Al considerar los posibles beneficios de entregar un caudal firme a sistemas de APR locales, es fundamental tener en cuenta primero las características de las poblaciones en esta zona, todas ellas asentadas en las inmediaciones de cauces naturales con aguas permanentes, lo que permite que las captaciones para agua potable sean de aguas superficiales en la práctica totalidad de los casos, sin que se acusen problemas de falta de abastecimiento, y cuyo coste es relativamente bajo en la actualidad.

Como ya se ha señalado, en el último estudio tarifario de la empresa sanitaria Aguas Nuevo Sur S.A. para el periodo 2011-2016 estima que el valor del agua cruda es $0.- para toda la región del Maule, debido a que aún existe disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas a solicitar.

Es preciso señalar que el dimensionamiento del embalse regulador de agua para riego, se realiza con el objetivo de proporcionar los caudales demandados con el 85% de seguridad. Sin embargo, los sistemas de APR requieren el 95% de seguridad, lo que obliga a aumentar notablemente la relación entre el volumen de agua regulado y el volumen de tranque. Por tanto, el coste que se obtendría para el m^3 de agua para APR sería notablemente mayor que el coste del m^3 de agua regulada para riego.

Por otra parte, el coste de una posible conducción para APR desde el futuro embalse de riego sería muy alto. El objeto del proyecto es un embalse de regulación, con grandes variaciones de cota en su nivel de embalse a lo largo del año. Por tanto, la conducción de toma para posible APR debería situarse por debajo del menor nivel de oscilación, lo que supondría una elevada presión cuando los niveles de embalse sean altos (altura de carga mayor de 80 m), y por tanto la necesidad de incorporar algún sistema de rotura de carga y amortiguamiento. También sería preciso excluir este caudal del posible aprovechamiento hidroeléctrico (que no tiene funcionamiento continuo), lo cual supondría penalizar económicamente el precio del posible APR.

La alternativa más económica para evitar estos problemas sería captar el agua regulada por el embalse desde el foso de restitución de los caudales turbinados; o en caso de no ejecutarse la central hidroeléctrica, desde el tranque de amortiguamiento del evacuador de crecidas. En cualquier caso, sería preciso ejecutar alguna obra de captación con cámara de carga para la tubería a presión, aguas abajo de la presa, además de la propia tubería hasta los núcleos rurales de consumo, que están alejados algunos kilómetros del embalse en todos los casos. Por tanto, estas obras serían en realidad equivalentes a las ya existentes, pero añadiendo una longitud de tubería muy superior a la ya existente.

Hay que señalar que en noviembre de 2013 el Ministerio de Obras Públicas firmó un Convenio de Agua Potable Rural con el Gobierno Regional de la Región del Maule, por más de 17 mil millones de pesos, para el mejoramiento y ampliación de 41 sistemas de APR en la Región del Maule, que beneficiará a más de 60 mil habitantes de las provincias de Curicó, Linares, Talca y Cauquenes.

Este convenio permitirá ejecutar numerosos proyectos de agua potable rural entre los años 2014 y 2016, en respuesta a las necesidades de mejora de las condiciones y modernización de los sistemas de Agua Potable Rural de las comunidades de la Región del Maule para potenciar su desarrollo. En este escenario, no es posible considerar que existan posibles beneficios de utilización del agua para sistemas de APR locales.

11.7. RESULTADOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para realizar la evaluación económica se definieron dos escenarios de evaluación:

- Evaluación para Uso en Riego: Corresponde a evaluar los beneficios del proyecto del embalse, para uso de riego en su totalidad.
- Evaluación para Uso en Riego e Hidrogeneración: Corresponde a la evaluación del proyecto del embalse, incluyendo simultáneamente los usos de riego y generación hidroeléctrica.

Se consideró un horizonte de evaluación, que correspondería a la vida útil del proyecto, de 30 años. No obstante, de forma complementaria, dada la alta probabilidad de que las obras tengan una vida útil más allá de este periodo, se estiman los beneficios netos que se producen a partir de este momento, actualizándose e incorporándose como un beneficio en forma de valor residual.

El valor residual al final del período de proyección, es el valor actual de la corriente de flujo de efectivo a partir del año terminal, que es el último año del período de proyección. Para un flujo de efectivo en constante crecimiento a perpetuidad, el valor residual (VR) es estimado con la fórmula:

$$VR = [CF (1 + g)] / (r - g)$$

Donde:

- "CF" es el flujo de efectivo en el año termina, sin embargo, dada la variabilidad de los ingresos agrarios a lo largo del periodo de la vida útil, debido a principalmente a los costos de reposición de riego tecnificado y sustitución de frutales que han finalizado su periodo productivo, se considera más adecuado su obtención mediante la diferencia del promedio de los ingresos de los años 1 a 30, y el promedio de los costos de los años 1 a 30;
- "r" es la tasa de descuento, que para precios sociales es el 6%, y de 12% a precios de mercado, según Bases Técnicas;
- "g" es la tasa de crecimiento del flujo de efectivo a perpetuidad. Dada la dificultada de cuantificar este valor, para la estimación del valor residual, se considera 0%, estando del lado de la seguridad.

Por tanto, para cada uno de los escenarios anteriores, se realizan dos cálculos:

- considerando el valor residual.
- sin considerar el valor residual, siendo este el que servirá de referencia para determinar la rentabilidad económica del proyecto.

En las tablas de las páginas siguientes (11.7-1 a 11.7-4) se presentan los resultados de la evaluación económica realizada con el método del Presupuesto, en el Escenario de Riego (Con y Sin Valor Residual) y en el Escenario de Riego e Hidrogeneración (Con y Sin Valor Residual). En el Anexo 5 se presentan en formato digital el detalle de los resultados. El proyecto de riego no resulta rentable a precios privados, para ninguno de los embalses.

A precios sociales, sin considerar los beneficios del valor residual, el proyecto del embalse en Los Laureles exclusivo para riego es rentable para los volúmenes útiles mayores (279 y 214 hm^3), con mejor resultados para el embalse más grande (TIR 7,35%). Los embalses de Cuesta Lara y El Mañío no resultarían rentables en ningún caso.

En caso de uso conjunto para riego y generación hidroeléctrica, todos los tamaños de embalse en Los Laureles resultarían rentables a precios sociales, con mejores resultados para el embalse de mayor tamaño. Sin embargo, los embalses de Cuesta Lara y El Mañío, tampoco llegarían a resultar rentables en ningún caso.

En caso de considerar el valor residual, los resultados son similares a sus homólogos, pero con mejor rentabilidad; así para el embalse Los Laureles de mayor tamaño, a precios sociales y uso exclusivo para riego, el TIR pasaría de 7,35% a 8,48%.

Tabla 11.7-1. Resultados de la evaluación económica

Escenarios para riego sin considerar el valor residual

LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	-198.471,4	-0,89	-6,59	0,17	-0,93%
		Escenario 2	214	-175.594,4	-0,73	-4,85	0,31	3,34%
		Escenario 3	279	-187.624,0	-0,75	-4,51	0,30	3,29%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	-197.205,6	-0,88	-4,83	0,17	-0,60%
		Escenario 2	218	-174.328,6	-0,73	-3,72	0,32	3,49%
		Escenario 3	279	-186.358,2	-0,75	-3,56	0,31	3,44%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-190.482,0	-1,02	-25,60	0,03	-
	Escenario 1.b		67	-257.696,2	-1,03	-31,68	0,02	-
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-152.834,3	-1,01	-20,54	0,04	-7,58%
	Escenario 1		133	-189.993,2	-1,03	-6,31	0,03	-
LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	-42.889,4	-0,22	-1,42	0,79	4,28%
		Escenario 2	214	8.022,3	0,04	0,22	1,04	6,26%
		Escenario 3	279	48.211,3	0,22	1,16	1,21	7,35%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	-39.864,0	-0,21	-0,98	0,80	4,42%
		Escenario 2	218	11.047,7	0,05	0,24	1,05	6,35%
		Escenario 3	279	51.236,7	0,23	0,98	1,22	7,42%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-163.077,0	-0,88	-21,92	0,15	-
	Escenario 1.b		67	-229.962,6	-0,93	-28,27	0,11	-
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-102.025,3	-0,79	-13,71	0,24	-
	Escenario 1		133	-135.693,4	-0,85	-4,50	0,20	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.7-2. Resultados de la evaluación económica

Escenarios para riego e hidrogeneración sin considerar valor residual

LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	-156.116,4	-0,70	-5,18	0,40	3,78%
		Escenario 2	214	-123.475,5	-0,52	-3,41	0,56	6,73%
		Escenario 3	279	-129.898,4	-0,52	-3,12	0,55	6,78%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	-155.315,8	-0,70	-3,81	0,40	3,91%
		Escenario 2	218	-122.025,9	-0,51	-2,60	0,56	6,84%
		Escenario 3	279	-129.863,0	-0,52	-2,48	0,55	6,81%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-197.757,3	-1,06	-26,58	0,10	-4,04%
	Escenario 1.b		67	-229.633,9	-0,92	-28,23	0,20	-1,24%
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-171.663,7	-1,14	-23,07	0,06	-5,86%
	Escenario 1		133	-163.810,2	-0,89	-5,44	0,26	0,44%
LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	50.497,3	0,26	1,68	1,22	7,70%
		Escenario 2	214	119.514,0	0,57	3,30	1,48	9,31%
		Escenario 3	279	170.338,2	0,77	4,09	1,65	10,19%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	52.724,9	0,28	1,29	1,23	7,75%
		Escenario 2	218	122.895,7	0,59	2,62	1,50	9,37%
		Escenario 3	279	171.119,2	0,77	3,27	1,66	10,19%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-154.472,2	-0,84	-20,76	0,29	-2,01%
	Escenario 1.b		67	-160.068,7	-0,64	-19,68	0,44	0,04%
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-115.660,2	-0,90	-15,54	0,27	-2,11%
	Escenario 1		133	-69.222,6	-0,43	-2,30	0,65	2,65%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.7-3. Resultados de la evaluación económica

Escenarios para riego considerando valor residual

LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	-196.851,0	-0,88	-6,53	0,17	0,35%
		Escenario 2	214	-171.935,6	-0,72	-4,74	0,33	4,25%
		Escenario 3	279	-183.806,5	-0,74	-4,42	0,32	4,20%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	-195.484,9	-0,88	-4,79	0,18	0,64%
		Escenario 2	218	-170.569,4	-0,71	-3,64	0,33	4,39%
		Escenario 3	279	-182.440,3	-0,73	-3,49	0,32	4,33%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-190.302,5	-1,02	-25,57	0,03	-
	Escenario 1.b		67	-257.577,8	-1,03	-31,67	0,02	-
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-152.595,0	-1,01	-20,51	0,04	-
	Escenario 1		133	-189.763,3	-1,03	-6,30	0,03	-
LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	-6.789,5	-0,04	-0,23	0,97	5,79%
		Escenario 2	214	61.674,8	0,29	1,70	1,28	7,52%
		Escenario 3	279	114.989,4	0,52	2,76	1,49	8,48%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	-2.831,2	-0,01	-0,07	0,99	5,91%
		Escenario 2	218	65.633,1	0,31	1,40	1,30	7,60%
		Escenario 3	279	118.947,7	0,54	2,28	1,51	8,55%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-156.701,4	-0,85	-21,06	0,18	-
	Escenario 1.b		67	-223.857,1	-0,90	-27,52	0,13	-
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-94.617,7	-0,73	-12,72	0,30	-
	Escenario 1		133	-127.957,7	-0,80	-4,25	0,24	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.7-4. Resultados de la evaluación económica

Escenarios para riego e hidrogeneración considerando valor residual

LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	-153.181,0	-0,69	-5,08	0,41	4,52%
		Escenario 2	214	-118.285,5	-0,49	-3,26	0,57	7,32%
		Escenario 3	279	-124.419,6	-0,50	-2,99	0,57	7,36%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	-152.288,6	-0,68	-3,73	0,41	4,65%
		Escenario 2	218	-116.731,0	-0,49	-2,49	0,58	7,42%
		Escenario 3	279	-124.310,0	-0,50	-2,38	0,57	7,39%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-197.177,1	-1,06	-26,50	0,10	-2,82%
	Escenario 1.b		67	-228.438,6	-0,91	-28,08	0,20	-0,26%
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-171.299,0	-1,13	-23,02	0,06	-4,41%
	Escenario 1		133	-162.543,5	-0,88	-5,40	0,27	1,32%
LOS LAURELES	Sistema Digua con derechos eventuales	Escenario 1	139	98.677,2	0,52	3,28	1,44	8,64%
		Escenario 2	214	187.232,2	0,89	5,17	1,76	10,12%
		Escenario 3	279	252.377,7	1,14	6,06	1,97	10,94%
	Sistema Digua con derechos permanentes	Escenario 1	139	101.758,0	0,53	2,49	1,45	8,70%
		Escenario 2	218	191.587,8	0,91	4,08	1,77	10,18%
		Escenario 3	279	253.849,8	1,15	4,86	1,97	10,94%
CUESTA LARA	Escenario 1.a		44	-144.415,6	-0,78	-19,41	0,34	-0,09%
	Escenario 1.b		67	-144.071,1	-0,58	-17,71	0,49	1,56%
EL MAÑÍO	Escenario 1.a		44	-107.101,3	-0,83	-14,39	0,33	0,04%
	Escenario 1		133	-51.962,4	-0,32	-1,72	0,74	3,94%

Fuente: Elaboración propia

11.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Al hacer cualquier evaluación económica, siempre hay un elemento de incertidumbre asociado a las variables y alternativas que se estudian, lo que dificulta la toma de decisiones con mayor certeza. Una forma de disminuir esta incertidumbre es a través un análisis de sensibilidad, que busca identificar las variables que más afectan el resultado económico de un proyecto y la magnitud de su incidencia. Para este proyecto en particular, el análisis se realiza para el mejor volumen determinado en el embalse de Los Laureles, para el uso exclusivo en el riego y sin considerar el valor residual al final del horizonte de evaluación de los 30 años. Los resultados en formato digital se presentan en Anexo 7, incluyendo los resultados de márgenes y flujos (año 0 a 30) para cada una las variables estudiadas.

Como primer paso, la Tabla 11.8-1 muestra el cambio que experimenta el VAN y TIR, a precios sociales, ante la variación del +/- 10% de las partidas de beneficios agrícolas, costos de la construcción del embalse, costos de expropiaciones, costos ambientales y de operación. Esto permite saber las partidas que tienen mayor repercusión en la rentabilidad del proyecto. De este cuadro se puede observar que la variable que más incide en la rentabilidad es el beneficio agropecuario. La segunda variable con mayor importancia en la es el costo de construcción del embalse. Las restantes variables tienen un efecto marginal.

$$\Delta\%VANS = \frac{VANS\ (\pm 10\%) - VANSBase}{VANSBase}$$

Donde:

- Δ%VANS es el cambio porcentual en el VAN del proyecto al modificar la variable bajo análisis.
- VANS (±10%) es el VAN Social del proyecto al modificar un ±10% el valor de la variable.
- VANS Base es el VAN Social del proyecto calculado "bajo certidumbre" de la variable.

Una vez calculado el cambio porcentual del VAN del proyecto se calcula la elasticidad del VAN con respecto a la variable bajo análisis.

$$Elasticidad\ (VANS, X) = \frac{\Delta\%VANS}{(\Delta X\%)}$$

Tabla 11.8-1. Análisis de incidencia de las variables en la rentabilidad del proyecto

Beneficios Agrícolas		10,00%	48.211	7,35%	78.035	8,10%	61,86%	6,19%
Inversión	Embalse	-10,00%	48.211	7,35%	70.300	8,09%	45,82%	4,58%
	Expropiaciones	-10,00%	48.211	7,35%	48.451	7,36%	0,50%	0,05%
Costos Operación		-10,00%	48.211	7,35%	50.266	7,41%	4,26%	0,43%
Costos Ambientales		-10,00%	48.211	7,35%	48.831	7,37%	1,28%	0,13%
Beneficios Agrícolas		-10,00%	48.211	7,35%	18.388	6,54%	-61,86%	6,19%
Inversión	Embalse	10,00%	48.211	7,35%	26.122	6,69%	-45,82%	4,58%
	Expropiaciones	10,00%	48.211	7,35%	47.972	7,34%	-0,50%	0,05%
Costos Operación		10,00%	48.211	7,35%	46.157	7,29%	-4,26%	0,43%
Costos Ambientales		10,00%	48.211	7,35%	47.592	7,33%	-1,28%	0,13%

Fuente: Elaboración propia

Analizando más en profundidad los parámetros agronómicos, se modifica la gradualidad de los cambios en la Situación Con Proyecto, los que se desprenden de la incorporación de los cultivos que conforman el nuevo uso del suelo. Dado lo anterior se confeccionó un escenario denominado "temprano" en donde la incorporación de los cultivos fuera más rápida que la estimada inicialmente, y otro "tardío" en el cual los cambios se producen en forma más lenta. La Tabla 11.8-2 muestra las tasas de incorporación utilizadas en cada caso.

Tabla 11.8-2. Tasas de incorporación cultivos escenarios de incorporación agrícola

C. Anuales y frutales existentes E1 a E3	Base	0	10	22	34	45	55	67	78	87	95	100		
	Temprano	0	12	26	42	54	66	80	93	100				
	Tardío	0	8	18	28	37	46	55	65	72	79	83	92	100
C. Anuales y frutales existentes E4 y E5	Base	0	15	28	40	55	70	82	92	100				
	Temprano	0	18	35	50	68	87	100						
	Tardío	0	12	22	32	44	56	65	73	80	90	100		
C. Anuales y frutales existentes E6 y E7	Base	0	20	36	55	72	86	100						
	Temprano	0	26	48	73	86	100							
	Tardío	0	15	27	41	54	64	75	89	100				
Nuevas plantaciones frutales E1 a E3	Base	0	10	22	34	45	55	67	78	87	95	100		
	Temprano	0	12	26	40	54	66	80	92	100				
	Tardío	0	8	18	28	37	46	55	65	72	79	83	92	100
Nuevas plantaciones frutales E4 a E7	Base	0	15	28	40	55	70	82	92	100				
	Temprano	0	18	35	50	68	57	100						
	Tardío	0	12	22	32	44	56	65	73	80	90	100		

Fuente: Elaboración propia

Estas tasas tienen repercusión en la gradualidad de la incorporación de la superficie, costos indirectos, habilitación de suelos, inversión en riego tecnificado, asistencia técnica y la estabilización de los márgenes brutos.

La Tabla 11.8-3 muestra el análisis de sensibilidad para la incorporación de la tierra a la agricultura de riego, donde se refleja que si la gradualidad de los cambios sucede en un periodo menor, el efecto de aumento de los beneficios agrícolas en los primeros años provoca que la rentabilidad del proyecto aumente.

Por otra parte, se realizan los cálculos de variación del VAN para los siguientes supuestos, y cuyos resultados se muestran en esta misma tabla:

- Se incrementen un 10% los ingresos por la venta de productos agrícolas.
- Se reduzcan un 10% los ingresos por la venta de productos agrícolas.
- Se reduzcan un 10% los costos de producción de los rubros.
- Se incrementen un 10% los costos de producción de los rubros.

Se observa la gran variación de la rentabilidad que tiene el aumento o disminución de los ingresos, que hace que para incrementos de 10%, la variación del TIR sea de casi un 16%, y para una reducción del -10%, provoque la no rentabilidad del proyecto. También, resulta interesante evaluar el efecto de la participación de los agricultores en el proyecto, en términos de la cantidad de predios. Tal como lo muestra la Tabla 11.8-3, esta variable tiene alta incidencia en la rentabilidad del proyecto ya que, por ejemplo, el VAN social es negativo si solo se incorpora el 95% de los predios. Por otra parte, se ha evaluado el cambio del VAN social ante una variación del periodo de ejecución de las obras, resultados que se muestran en la misma tabla 11.8-3. Destaca

que el proyecto se vuelve menos rentable mientras más demore la construcción, de hecho, en el caso de que se demore 3 años, podría peligrar la rentabilidad.

Tabla 11.8-3. Resumen del análisis de sensibilidad de los parámetros agrícolas.
Alternativa Los Laureles Esc.1.3

Ingresos (+10%)	48.211,30	7,35%	98.098	8,61%	49.886	17,06%
Ingresos (-10%)			-1.347	5,96%	-49.559	-18,92%
Costos (-10%)			63.447	7,75%	15.236	5,45%
Costos (+10%)			32.876	6,94%	-15.336	-5,64%
Incorporación Temprana			54.776	7,54%	6.564	2,64%
Incorporación Tardía			35.963	7,00%	-12.248	-4,75%
Predios (95%)			20.615	6,59%	-27.597	-10,33%
Predios (90%)			-6.951	5,80%	-55.162	-21,16%
Embalse (+2 años)			39.043	7,10%	-9.169	-3,40%
Embalse (+3 años)			30.515	6,87%	-17.697	-6,59%

Fuente: Elaboración propia

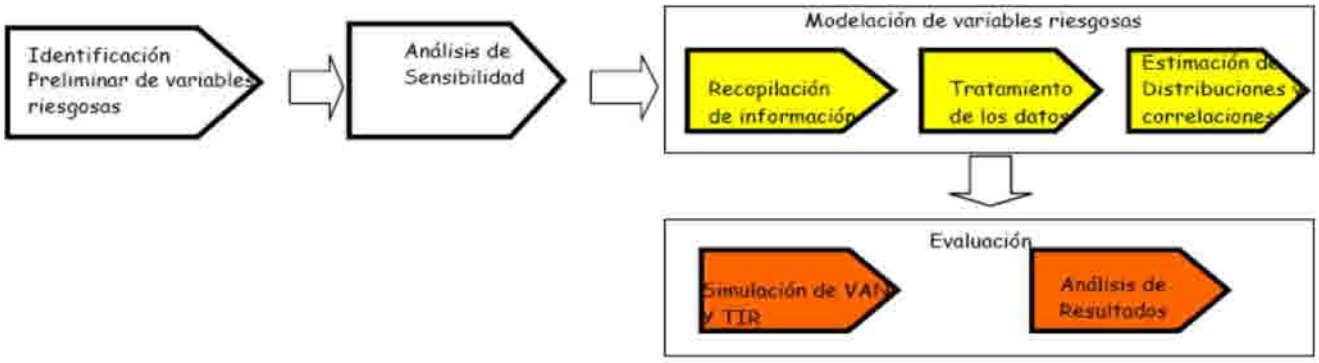
11.9. ANÁLISIS DE RIESGO

11.9.1. Descripción y metodología del proceso de modelación de la incertidumbre

El modelo de evaluación económica es de carácter determinista; es decir, las variables económicas tienen valores únicos establecidos una vez fijadas las condiciones y los parámetros de la obra y el volumen de demanda a atender. Los análisis de sensibilidad indican la repercusión en el resultado que puede provocar una variación de los datos asumidos. Un análisis de riesgo permite medir la probabilidad de variación de los flujos económicos en función de la probabilidad de variación de los datos. Los principales factores que introducen incertidumbre en la evaluación económica de los proyectos de riego, corresponden a costos de inversión o explotación, beneficios previstos, dificultades para predecir los equilibrios Con y Sin Proyecto, y la calidad de los antecedentes manejados. Las principales etapas del análisis del riesgo del proyecto de inversión son las siguientes:

1. Selección de las variables de riesgo y análisis de sensibilidad.
2. Modelación de las distribuciones de probabilidad.
3. Simulación de posibles resultados del proyecto.

El siguiente esquema resume el procedimiento simplificado para incorporar la incertidumbre en la evaluación socio-económica de proyectos hidráulicos:



El riesgo analizado ha sido el asociado a la inversión para los casos que resultaron rentables (escenarios 2 y 3 en Los Laureles). Obviamente, las variables a modelar deben elegirse entre aquellas con mayor probabilidad de cambio y con trascendencia significativa en los resultados de rentabilidad del proyecto. El análisis de sensibilidad realizado (Tabla 11.8-1) permitió cuantificar el efecto de las variables de mayor probabilidad de cambio y que podrían modificar significativamente la rentabilidad del proyecto. Con esta información, y de acuerdo con la CNR, se eligieron las variables del proyecto con mayor incertidumbre y con un impacto significativo sobre la rentabilidad (sensibilidad >1), que fueron el costo de construcción del embalse y los beneficios agrícolas.

Las partidas con mayor incidencia en los costos de construcción del embalse son: Relleno del cuerpo de presa y Excavación abierta en roca con medios mecánicos (representan casi el 40% del costo directo total). Para identificar los cultivos con mayor repercusión en los flujos finales de beneficio agrícola, se calculó la diferencia entre los márgenes brutos totales por cultivos entre las situaciones con y sin proyecto. Los cultivos cuyos precios tienen mayor repercusión en los beneficios agronómicos son el Arándano y el Manzano (22% y 12% respectivamente sobre el total de ingresos).

El software para análisis de riesgos requiere establecer una función de densidad de probabilidad (FDP) para cada variable. Normalmente no todos los valores de un rango tienen la misma probabilidad de ocurrencia. En raras ocasiones el comportamiento de una variable se ajusta a un tipo específico de FDP conocida (distribución lognormal o distribución beta), lo que refleja que los elementos pueden sesgarse fuertemente hacia uno de los lados de la distribución. En general, y como ocurre en este caso, no se conoce verdaderamente el tipo real de FDP que posee la variable.

Una vez que el modelo de cálculo ha realizado un número suficientemente alto de iteraciones, los resultados obtenidos se muestran como una función de distribución de probabilidad, que permite observar la probabilidad asociada a que el VAN social y privado del proyecto se sitúe por encima o por debajo de un determinado valor, o dentro de un intervalo de valores posibles. Cuanto más complejo o realista sea el modelo de distribución, más parámetros se necesitará conocer o fijar. Tomando en cuenta que las distribuciones de probabilidad son aproximaciones, dentro del nivel anticipado de precisión de cualquier estimación, éstas son lo suficientemente precisas para los fines del análisis de riesgos. Así, una aproximación razonable consiste en utilizar una distribución triangular de la función de probabilidad, según la cual se establecen para la variable los valores mínimo, máximo y más probable.

En el caso de los costos de construcción, se adoptó como valor mínimo el 90% del valor más probable (coincidente con el valor determinista) y como valor máximo el 145% del valor más probable.

En el caso de los precios de venta de la producción agrícola, los valores mínimo y máximo se obtuvieron del estudio de mercado realizado, analizando el comportamiento de los precios de los últimos años (años 2005 a 2013), una vez actualizados a valores constantes con los índices de IPC del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.

Para el cálculo de los flujos agrarios se han considerado como valor mínimo el correspondiente al percentil 10, y el valor máximo el correspondiente al percentil 90; el valor más probable (valor determinista adoptado) se situó algo más bajo del promedio en el caso del arándano, lo que también resulta conservador, pues cuanto menor sea su valor también resulta menor la rentabilidad del proyecto. Esta información se ha incorporado en el flujo de caja del proyecto, lo que permite generar una función de distribución para el VANS del proyecto.

Tabla 11.9-1. Comportamiento de los precios de venta del Arándano y Manzano (años 2005/13)

Manzana	101	223	140	133	110	150	174
					73%	100%	116%
Arándano	651	1.559	1.150	1.122	832	1055	1.460
					79%	100%	138%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-9.2. Valores para la distribución triangular de las variables a modelar (precios sociales)

Relleno con material procedente de préstamo	3.444 $/m^3	3.827 $/m^3	5.5549 $/m^3
	90,0%	100%	145,0%
Excavación abierta en roca con medios mecánicos	13.076 $/m^3	14.529 $/m^3	21.067 $/m^3
	90,0%	100,0%	145,0%
Manzana	110 $/kg	150 $/kg	174 $/kg
	73,3%	100%	116,0%
Arándano	832 $/kg	1.055 $/kg	1.460 $/kg
	78,9%	100,0%	138,4%

Fuente: Elaboración propia

11.9.2. Resultados del Análisis de Riesgos

Una vez determinadas las funciones de distribución de las variables, se incorpora esta información en el flujo de caja del proyecto, lo que permite generar una función de distribución para el VAN social y privado del proyecto.

Para cuantificar el riesgo del Proyecto se utilizó el indicador *Value at Risk* (VaR) o pérdida máxima con un 5% de probabilidad en los 30 años de la vida útil del proyecto. En la Tabla 11.5-2 se presentan los VaR para las simulaciones del indicador VANS en cada escenario estudiado. Los resultados en formato digital se presentan en Anexo 9.

Tabla 11.9-3. Valor en Riesgo (VaR) obtenido de la simulación del VANS para cada escenario

Los Laureles Escenario 2	214,0	36.237	-13.585,34	8.022,32	21.607.66
Los Laureles Escenario 3	279,0	41.614	25.806,03	48.211,31	22.405,28

Fuente: Elaboración propia

Para tratar la incertidumbre en la evaluación económica, usualmente se utiliza alguna aplicación de software para hallar el VANS y VANP mediante un número muy elevado de cálculos, tomando en cada una de las iteraciones el valor fijo de las variables deterministas y eligiendo de manera aleatoria un valor de acuerdo con su distribución de probabilidad para las variables de riesgo. TYPSA utilizó la aplicación *Crystal-Ball*, considerando un nivel de confianza de 95% y 10.000 iteraciones, para los conjuntos de valores de VANS de los dos escenarios elegidos.

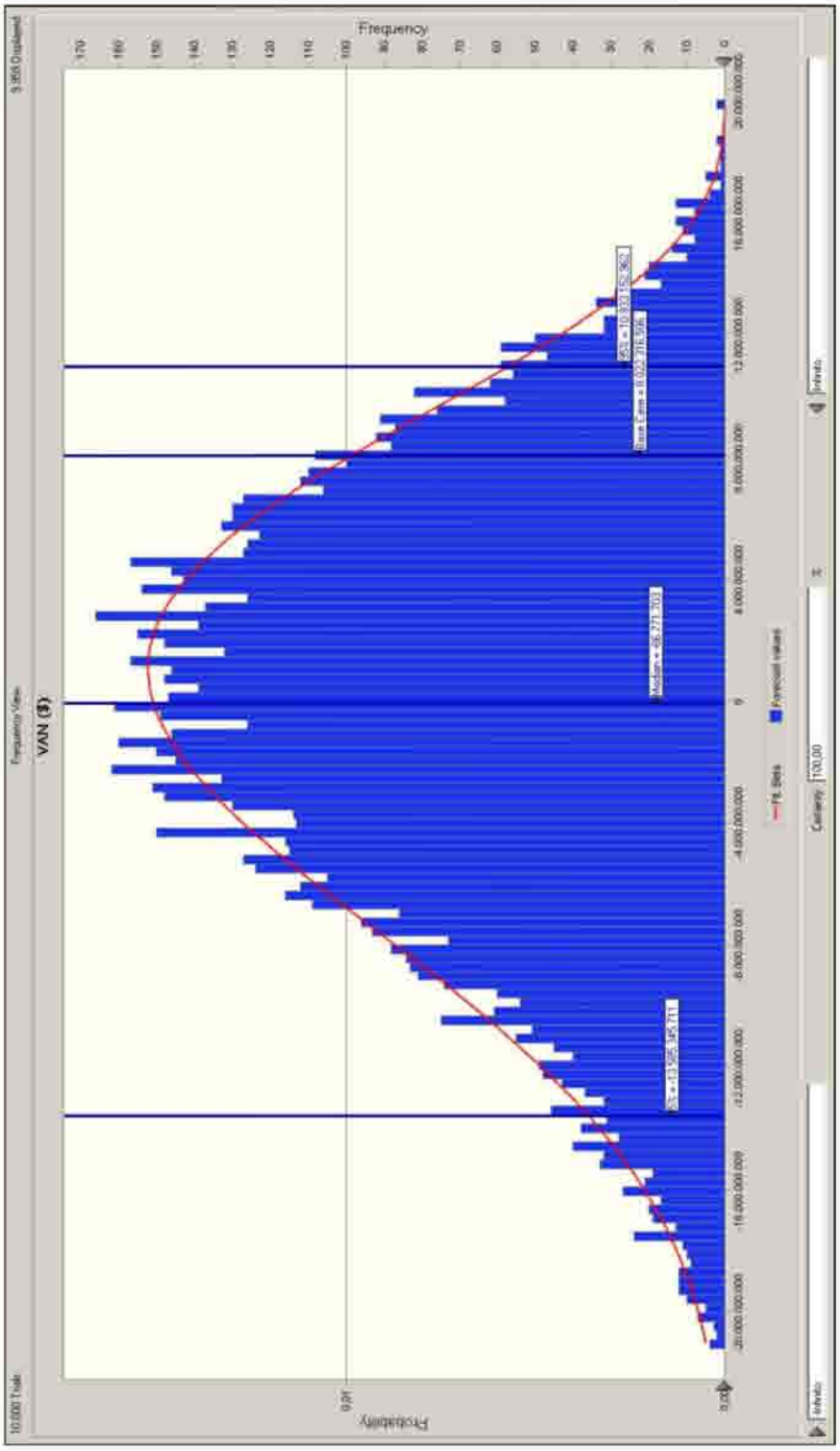
Tabla 11.9-4. Estadística Simulación VANS Escenario 2 en Los Laureles (Volumen embalse 214 hm^3)

Trials	10.000
Mean	-443.548.636
Median	-66.771.703
Mode	---
Standard Deviation	7.416.872.377
Variance	2,E+19
Skewness	-0,3029
Kurtosis	2,78
Coeff. of Variability	-16.72
Minimum	-26.736.592.823
Maximum	19.668.796.248
Range Width	46.405.389.071
Mean Std. Error	74.168.724
Number of trials with VAN equal or less than zero:	5.037
Number of trials with VAN greater than zero:	4.963

0%	-26.736.592.823
5%	-13.585.345.711
10%	-10.406.054.302
15%	-8.232.910.906
20%	-6.656.442.392
25%	-5.387.958.957
30%	-4.206.400.842
35%	-3.043.206.528
40%	-2.065.341.138
45%	-1.067.013.238
50%	-68.094.234
55%	928.904.626
60%	1.943.230.963
65%	2.919.072.400
70%	3.988.480.231
75%	5.010.741.446
80%	6.153.367.572
85%	7.397.395.523
90%	8.907.192.607
95%	10.993.152.962
100%	19.668.796.248

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 11.9-1. Simulación VANS Escenario 2 Los Laureles (Volumen embalse 214 hm^3; sup. regada 36.237 ha)



Fuente: Elaboración propia

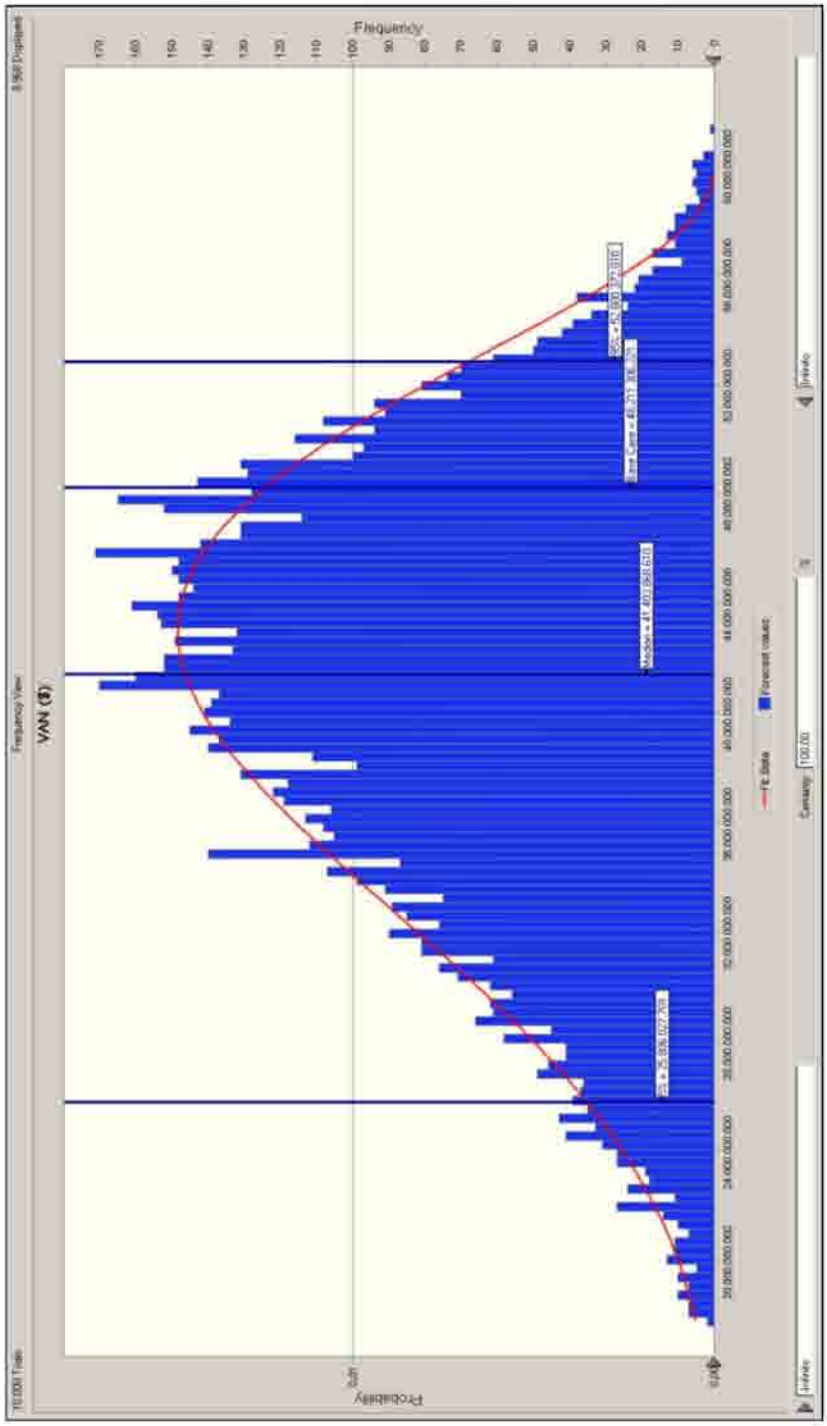
Tabla 11.9-5. Estadística Simulación VANS Escenario 3 Los Laureles (Volumen embalse 279 hm^3)

Trials	10.000
Mean	40.667.695.128
Median	41.403.868.610
Mode	---
Standard Deviation	8.230.455.418
Variance	2,E+19
Skewness	-.3680
Kurtosis	2,70
Coeff. of Variability	0.2024
Minimum	12.080.780.306
Maximum	62.414.662.942
Range Width	50.333.882.636
Mean Std. Error	82.304.554
Number of trials with VAN equal or less than zero:	0
Number of trials with VAN greater than zero:	10.000

0%	12.080.780.306
5%	25.806.027.701
10%	29.207.974.177
15%	31.596.428.570
20%	33.523.195.369
25%	35.058.480.117
30%	36.545.503.612
35%	37.864.359.834
40%	39.187.824.641
45%	40.329.196.487
50%	41.403.192.338
55%	42.468.799.365
60%	43.575.966.931
65%	44.648.168.603
70%	45.749.359.999
75%	46.874.553.589
80%	48.024.180.889
85%	49.221.254.634
90%	50.764.091.526
95%	52.800.372.010
100%	62.414.662.942

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 11.9-2. Simulación VANS Escenario 3 Los Laureles (Volumen embalse 279 hm^3; sup. regada 41.641 ha)



Fuente: Elaboración propia

11.10. INDICADORES ADICIONALES

11.10.1. Generación de empleo

La utilización de mano de obra agrícola se desprende de las fichas técnico-económicas de cada cultivo, tanto para la Situación Actual como para la Situación Con Proyecto. En la tabla 11.10-1 es posible observar el balance comparativo de los resultados de la generación de empleo agrícola permanente y temporal entre la Situación Actual y la Situación Futura de cada alternativa, extraído del Estudio Agroeconómico.

Como era de esperar, los mayores incrementos se producen para la alternativa de mayor superficie de riego transformada (Escenario 3). Destaca el crecimiento del 39% y 192% del empleo permanente masculino y femenino mensual, respectivamente. A esto se suma el aumento de las jornadas temporales anuales masculinas de 75% y 71% en el caso de las mujeres.

Tabla 11.10-1. Generación de empleo agrícola total del área. Resumen por alternativas

SA	Nº	1.237.350	589.038	586.147	55.652	2.035	193	651.203	533.386
Escenario 1	Nº	1.550.200	764.844	703.800	75.526	2.444	262	846.401	689.318
	Var. (Nº)	312.851	175.806	117.653	19.874	409	69	195.198	155.932
	Var. (%)	25%	30%	20%	36%	20%	36%	30%	29%
Escenario 2	Nº	1.808.530	907.822	798.044	89.654	2.771	311	1.010.486	818.168
	Var. (Nº)	571.181	318.785	211.897	34.002	736	118	359.283	284.782
	Var. (%)	46%	54%	36%	61%	36%	61%	55%	53%
Escenario 3	Nº	1.954.838	1.074.825	814.940	162.667	2.830	565	1.139.898	912.158
	Var. (Nº)	717.489	485.787	228.793	107.014	794	372	488.696	378.773
	Var. (%)	58%	82%	39%	192%	39%	192%	75%	71%
SA	Nº	305.625	145.492	144.778	13.746	503	48	160.847	131.746
Escenario 1.a	Nº	305.625	145.492	144.778	13.746	503	48	160.847	131.746
	Var. (Nº)	77.274	43.424	29.060	4.909	101	17	48.214	38.515
	Var. (%)	25%	30%	20%	36%	20%	36%	30%	29%
SA	Nº	334.085	159.040	158.260	15.026	549	52	175.825	144.014
Escenario 1.b	Nº	418.554	206.508	190.026	20.392	660	71	228.528	186.116
	Var. (Nº)	84.470	47.468	31.766	5.366	110	19	52.703	42.102
	Var. (%)	25%	30%	20%	36%	20%	36%	30%	29%

Fuente: Elaboración propia

11.10.2. Rentabilidad por hectárea productiva

La rentabilidad por hectárea productiva consiste en el cociente entre el beneficio ocasionado por el proyecto y el número de hectáreas beneficiadas. La rentabilidad por hectárea productiva para cada alternativa estudiada, se presenta en la tabla 11.10-2. En Situación Con Proyecto se produce un incremento del orden del 63%, en el escenario de mayor superficie regada y mayor disponibilidad de agua, y de aproximadamente 30% en el peor de los casos, en relación a la rentabilidad de la situación Sin Proyecto. Este resultado, y los siguientes, confirman el importante impacto de la construcción de una obra de riego en el valle.

Tabla 11.10-2. Rentabilidad por hectárea productiva. Resumen por alternativa

SA-SSP	Sistema Digua con derechos eventuales	25.801.306.880	43.976	586.713	-
Escenario 1		33.833.884.777	43.976	769.372	31,1
Escenario 2		42.130.004.111	43.976	958.023	63,4
Escenario 3		42.854.858.936	46.519	921.233	57
SA-SSP	Sistema Digua con derechos permanentes	27.352.042.498	54.646	500.531	-
Esc 2.1		35.789.010.610	54.646	654.925	30,8
Esc 2.2		44.085.129.944	54.646	806.740	61,2
Esc 2.3		44.809.984.769	57.189	783.542	56,5
SA-SSP		6.372.922.799	10.862	586.713	-
Escenario 1.a		8.356.969.540	10.862	769.372	31,1
SA-SSP		6.966.352.858	11.874	586.713	-
Escenario 1.b		9.135.148.890	11.874	769.372	31,1

Fuente: Elaboración propia

11.10.3. Ingreso per cápita asignable al sector agropecuario

El ingreso per cápita asignable al sector agropecuario consiste en el cociente entre el beneficio ocasionado por el proyecto y el número de agricultores beneficiados con el mismo. Esta información se presenta en la tabla 11.10-3 a modo de resumen para cada alternativa estudiada. El ingreso per cápita de la Situación Con Proyecto se incrementa un 66%, en el escenario 3 de mayor superficie regada y mayor disponibilidad de agua, y aproximadamente del 30% en el peor de los casos, en relación a la Situación Sin Proyecto, lo que coincide con las mayores utilidades por encima de las remuneraciones de la labor agrícola.

Tabla 11.10-3. Ingreso Per Cápita. Resumen por alternativa

SA-SSP	Sistema Digua con derechos eventuales	25.801.306.880	2.571	10.035.514	836.293	-
Escenario 1		33.833.884.777	2.571	13.159.815	1.096.651	31,1
Escenario 2		42.130.004.111	2.571	16.386.622	1.365.552	63,4
Escenario 3		42.854.858.936	2.571	16.668.557	1.389.046	66,1
SA-SSP	Sistema Digua con derechos permanentes	27.352.042.498	3.400	8.044.718	670.393	-
Esc 2.1		35.789.010.610	3.400	10.526.180	877.182	30,8
Esc 2.2		44.085.129.944	3.400	12.966.215	1.080.518	61,2
Esc 2.3		44.809.984.769	3.400	13.179.407	1.098.284	63,8
SA-SSP		6.372.922.799	635	10.035.514	836.293	-
Escenario 1.a		8.356.969.540	635	13.159.815	1.096.651	31,1
SA-SSP		6.966.352.858	694	10.035.514	836.293	-
Escenario 1.b		9.135.148.890	694	13.159.815	1.096.651	31,1

Fuente: Elaboración propia

11.10.4. Generación de impuestos

La generación de impuestos corresponde al impuesto generado por el incremento de la utilidad producto de la entrada en funcionamiento del embalse. Esta información se presenta en la tabla 11.10-4 a modo de resumen para cada alternativa estudiada. Al respecto la generación de impuestos producto de la construcción de obras se incrementa en un 73% en el Escenario 3, al pasar de $26,3 mil millones en Situación Actual a más de $45,6 mil millones.

Tabla 11.10-4. Generación de impuestos. Resumen por alternativa

SA-SSP	Sistema Digua con derechos eventuales	26.350.964.147	5.270.192.829	-
Escenario 1		35.389.140.811	7.077.828.162	34,3
Escenario 2		44.364.449.070	8.872.889.814	68,5
Escenario 3		45.597.848.916	9.119.569.783	73
SA-SSP	Sistema Digua con derechos permanentes	27.943.402.991	5.588.680.598	-
Esc 2.1		37.445.380.475	7.489.076.095	34
Esc 2.2		46.420.688.734	9.284.137.747	66,1
Esc 2.3		47.654.088.580	9.530.817.716	70,5
SA-SSP		6.508.688.144	1.301.737.629	-
Escenario 1.a		8.741.117.780	1.748.223.556	34,3
SA-SSP		7.114.760.320	1.422.952.064	-
Escenario 1.b		9.555.068.019	1.911.013.604	34,3

Fuente: Elaboración propia

11.11. EXTERNALIDADES

Debido a sus características propias y su complejidad, no pueden ser valorados en esta fase de Prefactibilidad dentro de la evaluación económica:

- Medio construido: No se detectan efectos significativos en los asentamientos humanos, ya que el proyecto se ubica en una zona despoblada del valle.
- Paisaje: Los efectos deben ser minimizados y monitoreados en concordancia con lo indicado posteriormente en el Análisis Ambiental.
- El beneficio mínimo por control de crecidas, con las hipótesis más conservadoras, es nulo. En fase de Factibilidad, con la información y recursos para realizar de forma más detallada este análisis, podría evaluarse económicamente.

- Es claro que las actividades relacionadas con el turismo se verán afectadas por la aparición del embalse, pero en esta fase de Prefactibilidad no resulta posible cuantificar económicamente los beneficios de algunas y los perjuicios en otras, y por tanto no se ha considerado un beneficio económico por este motivo.
- El posible beneficio de entregar un caudal firme a sistemas de APR locales, teniendo en cuenta las características poblaciones en esta zona de la Región del Maule, puede considerarse inexistente.

11.12. MOMENTO ÓPTIMO DE LA INVERSIÓN

El momento óptimo de inversión se obtiene al comparar el VAN de invertir en el momento n versus hacerlo en el momento n+1. La premisa fundamental para que este cálculo sea posible de realizar es que los beneficios netos anuales posibles sean independientes del momento de inicio del proyecto, es decir que su evolución y gradualidad de incorporación no dependan de la construcción del embalse, sino de la evolución de la demanda o una variación en el mercado los insumos. Un ejemplo claro de lo anterior sucede en los proyectos de agua potable o alcantarillado, en los cuales, dependiendo del año de entrada en vigencia de la obra, podrá abastecer una demanda que depende del aumento poblacional. Como en el proyecto de embalse los beneficios agrícolas dependen en forma radical de la construcción de la obra, no resulta pertinente este cálculo. En este caso el momento de realización de la obra dependerá de la comparación del proyecto con otros dentro de la cartera del inversionista, en este caso el Estado.

11.13. ANÁLISIS FINANCIERO

El presente capítulo, se refiere al análisis del financiamiento que deben considerar los agricultores según el costo que tenga la obra para ellos. Se supone que la obra será construida bajo los procedimientos que establece el DFL Nº1.123 de 1981. El análisis financiero de los predios tipo se basa en los siguientes supuestos:

- Las obras asociadas al riego se construyen en el primer año de análisis (año 0), correspondiendo al segundo período el inicio de la situación con proyecto.
- Se contempla el ofrecimiento de un crédito blando a 21 años para el pago de las obras, el que debe ser contrastado con la disposición de pago de los beneficiarios, a fin de obtener el subsidio requerido para llevar a cabo el proyecto. Se ha calculado el pago potencial con tasas de 2% y 4,5%. Se determinó que el pago anual por hectárea de la obra es $380.441 con una tasa de 2% y de $482.797 con 4,5%.
- La tasa de descuento es de un 12%, al igual que la evaluación económica privada.
- Los valores de ingresos agropecuarios, costos directos de la actividad agropecuaria, costos indirectos, margen neto y margen neto corregido por el efecto hidrológico, para las situaciones Con y Sin proyecto, corresponden a los valores privados determinados, para cada predio tipo, en la estudio agroeconómico del estudio.
- El capital de trabajo considerado para las situaciones Sin y Con Proyecto corresponde a un 20% de los costos indirectos, otros costos y las inversiones de los tres primeros años, el que es financiado mediante crédito a 10 años con una tasa de interés de un 8,0%, en cuotas iguales.
- Se ha supuesto que la realización del proyecto debe permitir, a cada predio tipo, entregar al propietario una cierta rentabilidad por su actividad, que representa su sustento familiar. De esta forma se ha definido, para el diferencial de flujos entre las situaciones Sin y Con Proyecto. El factor así definido se aplica anualmente a la utilidad después del impuesto. Dado el nivel tecnológico existente, se adopta para todos los estratos una utilidad de 10%.

Al aplicar estos supuestos se obtuvieron los resultados presentados en las tablas 11.13-1 a 11.13-4 para el embalse de Los Laureles Esc. 1.3 a nivel de predio promedio y superficie expandida en forma anual y con tasas de 2% y 4,5%. El detalle se presenta en el Anexo 8.

Tabla 11.13-1 Resultados análisis financiero ($/predio promedio). Tasa de interés obras 2,0%

	1	Bajo	0,6	221.396	80.687	140.709	63,56
	1	Medio	6,9	2.610.937	110.378	2.500.559	95,77
	2	Bajo	3,6	1.369.420	306.692	1.062.728	77,60
	2	Medio	24,9	9.463.361	82.678	9.380.683	99,13
	3	Bajo	14,5	5.535.030	846.893	4.688.137	84,70
	3	Medio	0,3	112.350	683.209	0	0,00
	3	Alto	4,7	1.786.304	1.809.863	0	0,00
	4	Bajo	7,7	2.945.832	1.894.550	1.051.282	35,69
1	4	Medio	15,1	5.748.809	1.594.101	4.154.707	72,27
	4	Alto	242,5	92.243.972	7.399.783	84.844.189	91,98
	5	Bajo	10,8	4.092.780	2.620.617	1.472.164	35,97
	5	Medio	11,2	4.242.369	4.437.782	0	0,00
	6	Medio	9,1	3.469.124	8.986.286	0	0,00
	6	Alto	5,4	2.059.282	9.717.951	0	0,00
	7	Medio	103,5	39.378.383	2.116.917	37.261.466	94,62
	7	Alto	173,2	65.892.064	34.794.241	31.097.822	47,20
	1	Bajo	0,6	224.742	36.491	188.251	83,76
	1	Medio	3,6	1.376.348	540.398	835.949	60,74
	2	Bajo	40,2	15.307.468	276.549	15.030.919	98,19
	2	Medio	62,8	23.881.603	384.744	23.496.859	98,39
	3	Bajo	8,8	3.358.761	888.559	2.470.202	73,55
	3	Medio	0,3	122.083	798.110	0	0,00
	4	Bajo	0,8	298.562	2.015.235	0	0,00
	4	Medio	3,9	1.472.616	3.531.253	0	0,00
2	4	Alto	152,9	58.152.533	2.479.099	55.673.434	95,74
	5	Bajo	25,3	9.623.758	3.959.525	5.664.233	58,86
	5	Medio	9,6	3.636.117	4.949.273	0	0,00
	5	Alto	51	19.411.440	7.302.083	12.109.357	62,38
	6	Medio	15,4	5.841.120	8.755.479	0	0,00
	6	Alto	14	5.312.187	11.966.735	0	0,00
	7	Medio	250,4	95.253.056	19.574.704	75.678.353	79,45
	7	Alto	369,2	140.474.421	29.507.535	110.966.885	78,99
	1	Bajo	0,5	178.123	18.844	159.279	89,42
	1	Medio	0,8	301.019	120.056	180.963	60,12
	2	Bajo	10,1	3.835.930	164.213	3.671.718	95,72
	2	Medio	105,5	40.147.398	635.866	39.511.531	98,42
	3	Bajo	19,2	7.305.489	445.438	6.860.050	93,90
	3	Medio	19,8	7.533.028	2.000.113	5.532.916	73,45
	4	Bajo	3,4	1.278.942	2.360.588	0	0,00
3	4	Medio	0,2	73.228	1.733.542	0	0,00
	4	Alto	1,8	674.689	2.963.362	0	0,00
	5	Bajo	5,4	2.046.561	2.212.999	0	0,00
	5	Medio	42,5	16.180.437	3.369.196	12.811.241	79,18
	5	Alto	72,3	27.509.411	8.255.184	19.254.227	69,99
	6	Bajo	17,7	6.719.037	459.916	6.259.121	93,16
	6	Medio	9,7	3.698.059	7.201.269	0	0,00
	6	Alto	31,2	11.858.224	9.101.914	2.756.311	23,24

	7	Bajo	29,7	11.292.771	7.124.754	4.168.018	36,91
	7	Medio	88,3	33.578.771	11.520.313	22.058.457	65,69
	7	Alto	184,3	70.110.667	22.962.542	47.148.125	67,25
	1	Bajo	0,4	167.287	22.482	144.805	86,56
	1	Medio	2,9	1.101.224	20.294	1.080.931	98,16
	2	Bajo	25,4	9.662.275	169.851	9.492.425	98,24
	2	Alto	29	11.032.376	360.871	10.671.505	96,73
	3	Bajo	1,3	502.159	927.233	0	0,00
	3	Medio	0,7	263.383	1.143.206	0	0,00
	3	Alto	2,1	784.157	1.482.781	0	0,00
	4	Bajo	43,4	16.515.103	2.275.699	14.239.403	86,22
	4	Medio	14,6	5.555.278	1.385.123	4.170.155	75,07
4	4	Alto	4,9	1.861.720	2.581.216	0	0,00
	5	Bajo	12,3	4.665.554	1.108.472	3.557.082	76,24
	5	Medio	1,8	684.189	6.939.834	0	0,00
	5	Alto	8,3	3.146.750	3.007.782	138.967	4,42
	6	Bajo	91	34.629.404	1.638.219	32.991.185	95,27
	6	Alto	31,5	11.995.755	12.775.218	0	0,00
	7	Medio	205,5	78.196.937	11.800.388	66.396.548	84,91
	7	Alto	180,8	68.781.715	33.293.913	35.487.802	51,59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.13-2. Resultados análisis financiero ($/predio promedio). Tasa de interés obras 4,5%

	1	Bajo	0,6	280.961	80.687	200.274	71,28
	1	Medio	6,9	3.313.398	110.378	3.203.021	96,67
	2	Bajo	3,6	1.737.857	306.692	1.431.164	82,35
	2	Medio	24,9	12.009.439	82.678	11.926.761	99,31
	3	Bajo	14,5	7.024.207	846.893	6.177.314	87,94
	3	Medio	0,3	142.578	683.209	0	0,00
	3	Alto	4,7	2.266.902	1.809.863	457.039	20,16
	4	Bajo	7,7	3.738.396	1.894.550	1.843.846	49,32
1	4	Medio	15,1	7.295.502	1.594.101	5.701.400	78,15
	4	Alto	242,5	117.061.830	7.399.783	109.662.047	93,68
	5	Bajo	10,8	5.193.926	2.620.617	2.573.309	49,54
	5	Medio	11,2	5.383.760	4.437.782	945978,634	17,57
	6	Medio	9,1	4.402.477	8.986.286	0	0,00
	6	Alto	5,4	2.613.323	9.717.951	0	0,00
	7	Medio	103,5	49.972.973	2.116.917	47.856.056	95,76
	7	Alto	173,2	83.620.050	34.794.241	48.825.808	58,39
	1	Bajo	0,6	285.207	36.491	248.716	87,21
	1	Medio	3,6	1.746.648	540.398	1.206.250	69,06
	2	Bajo	40,2	19.425.879	276.549	19.149.330	98,58
2	2	Medio	62,8	30.306.849	384.744	29.922.105	98,73
	3	Bajo	8,8	4.262.421	888.559	3.373.863	79,15
	3	Medio	0,3	154.928	798.110	0	0,00
	4	Bajo	0,8	378.889	2.015.235	0	0,00

	4	Medio	3,9	1.868.818	3.531.253	0	0,00
	4	Alto	152,9	73.798.231	2.479.099	71.319.132	96,64
	5	Bajo	25,3	12.212.990	3.959.525	8.253.465	67,58
	5	Medio	9,6	4.614.399	4.949.273	0	0,00
	5	Alto	51	24.634.007	7.302.083	17.331.924	70,36
	6	Medio	15,4	7.412.649	8.755.479	0	0,00
	6	Alto	14	6.741.409	11.966.735	0	0,00
	7	Medio	250,4	120.880.496	19.574.704	101.305.792	83,81
	7	Alto	369,2	178.268.480	29.507.535	148.760.945	83,45
	1	Bajo	0,5	226.046	18.844	207.202	91,66
	1	Medio	0,8	382.006	120.056	261.951	68,57
	2	Bajo	10,1	4.867.971	164.213	4.703.759	96,63
	2	Medio	105,5	50.948.888	635.866	50.313.022	98,75
	3	Bajo	19,2	9.271.000	445.438	8.825.562	95,20
	3	Medio	19,8	9.559.758	2.000.113	7.559.646	79,08
	4	Bajo	3,4	1.623.036	2.360.588	0	0,00
	4	Medio	0,2	92.930	1.733.542	0	0,00
	4	Alto	1,8	856.211	2.963.362	0	0,00
3	5	Bajo	5,4	2.597.180	2.212.999	384180,8022	14,79
	5	Medio	42,5	20.533.717	3.369.196	17.164.521	83,59
	5	Alto	72,3	34.910.704	8.255.184	26.655.520	76,35
	6	Bajo	17,7	8.526.766	459.916	8.066.850	94,61
	6	Medio	9,7	4.693.007	7.201.269	0	0,00
	6	Alto	31,2	15.048.630	9.101.914	5.946.717	39,52
	7	Bajo	29,7	14.331.045	7.124.754	7.206.291	50,28
	7	Medio	88,3	42.612.999	11.520.313	31.092.686	72,97
	7	Alto	184,3	88.973.651	22.962.542	66.011.108	74,19
	1	Bajo	0,4	212.295	22.482	189.813	89,41
	1	Medio	2,9	1.397.504	20.294	1.377.211	98,55
	2	Bajo	25,4	12.261.870	169.851	12.092.020	98,61
	2	Alto	29	14.000.591	360.871	13.639.720	97,42
	3	Bajo	1,3	637.262	927.233	0	0,00
	3	Medio	0,7	334.245	1.143.206	0	0,00
	3	Alto	2,1	995.132	1.482.781	0	0,00
	4	Bajo	43,4	20.958.423	2.275.699	18.682.723	89,14
	4	Medio	14,6	7.049.902	1.385.123	5.664.779	80,35
4	4	Alto	4,9	2.362.608	2.581.216	0	0,00
	5	Bajo	12,3	5.920.801	1.108.472	4.812.330	81,28
	5	Medio	1,8	868.267	6.939.834	0	0,00
	5	Alto	8,3	3.993.370	3.007.782	985.587	24,68
	6	Bajo	91	43.946.301	1.638.219	42.308.082	96,27
	6	Alto	31,5	15.223.164	12.775.218	2447945,15	16,08
	7	Medio	205,5	99.235.498	11.800.388	87.435.109	88,11
	7	Alto	180,8	87.287.150	33.293.913	53.993.237	61,86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.13-3. Resultados análisis financiero ($/predio expandido). Tasa de interés obras 2,0%

	1	Bajo	139,1	52.913.573	19.284.233	33.629.339	63,56
	1	Medio	247,1	93.993.718	3.973.599	90.020.119	95,77
	2	Bajo	457,1	173.916.330	38.949.909	134.966.421	77,60
	2	Medio	1.019,90	387.997.791	3.389.787	384.608.004	99,13
	3	Bajo	1.251,20	476.012.565	72.832.803	403.179.762	84,70
	3	Medio	23,9	9.100.371	55.339.960	0	0,00
	3	Alto	98,6	37.512.385	38.007.119	0	0,00
	4	Bajo	642,7	244.504.044	157.247.641	87.256.403	35,69
1	4	Medio	2.508,40	954.302.233	264.620.823	689.681.411	72,27
	4	Alto	1.697,30	645.707.807	51.798.482	593.909.325	91,98
	5	Bajo	763,8	290.587.386	186.063.773	104.523.613	35,97
	5	Medio	791,7	301.208.177	315.082.503	0	0,00
	6	Medio	164,1	62.444.226	161.753.148	0	0,00
	6	Alto	119,1	45.304.204	213.794.930	0	0,00
	7	Medio	1.345,60	511.918.977	27.519.924	484.399.053	94,62
	7	Alto	4.849,60	1.844.977.780	974.238.758	870.739.022	47,20
		Subtotal	16.119,20	6.132.401.567	2.255.489.095	3.876.912.471	63,22
	1	Bajo	60,8	23.148.376	3.758.570	19.389.806	83,76
	1	Medio	39,8	15.139.823	5.944.381	9.195.442	60,74
	2	Bajo	643,8	244.919.493	4.424.790	240.494.703	98,19
	2	Medio	1.506,60	573.158.471	9.233.852	563.924.619	98,39
	3	Bajo	768,1	292.212.182	77.304.618	214.907.564	73,55
	3	Medio	17,6	6.714.540	43.896.059	0	0,00
	4	Bajo	78,5	29.856.230	201.523.522	0	0,00
	4	Medio	460,6	175.241.360	420.219.162	0	0,00
2	4	Alto	1.834,30	697.830.398	29.749.186	668.081.212	95,74
	5	Bajo	1.214,20	461.940.398	190.057.218	271.883.180	58,86
	5	Medio	506,6	192.714.182	262.311.494	0	0,00
	5	Alto	561,3	213.525.836	80.322.908	133.202.928	62,38
	6	Medio	230,3	87.616.798	131.332.188	0	0,00
	6	Alto	321,2	122.180.311	275.234.903	0	0,00
	7	Medio	1.251,90	476.265.282	97.873.519	378.391.763	79,45
	7	Alto	4.061,70	1.545.218.626	324.582.886	1.220.635.740	78,99
		Subtotal	13.557,10	5.157.682.307	1.437.575.350	3.720.106.957	72,13
	1	Bajo	15,5	5.878.065	621.855	5.256.210	89,42
	1	Medio	20,6	7.826.485	3.121.443	4.705.042	60,12
	2	Bajo	131,1	49.867.094	2.134.763	47.732.331	95,72
	2	Medio	738,7	281.031.785	4.451.065	276.580.720	98,42
	3	Bajo	403,3	153.415.262	9.354.203	144.061.058	93,90
	3	Medio	316,8	120.528.450	32.001.801	88.526.649	73,45
	4	Bajo	225,2	85.689.112	158.159.396	0	0,00
3	4	Medio	21,9	8.348.001	197.623.770	0	0,00
	4	Alto	19,5	7.421.579	32.596.986	0	0,00
	5	Bajo	161,4	61.396.837	66.389.976	0	0,00
	5	Medio	1.446,00	550.134.874	114.552.671	435.582.203	79,18
	5	Alto	723,1	275.094.112	82.551.839	192.542.273	69,99
	6	Bajo	335,6	127.661.704	8.738.398	118.923.306	93,16
	6	Medio	116,6	44.376.711	86.415.232	0	0,00
	6	Alto	187	71.149.346	54.611.482	16.537.864	23,24

	7	Bajo	296,8	112.927.713	71.247.537	41.680.176	36,91
	7	Medio	264,8	100.736.312	34.560.940	66.175.372	65,69
	7	Alto	1.290,00	490.774.669	160.737.796	330.036.873	67,25
		Subtotal	6.713,90	2.554.258.110	785.918.033	1.768.340.077	69,23
	1	Bajo	6,6	2.509.304	337.223	2.172.081	86,56
	1	Medio	43,4	16.518.366	304.404	16.213.962	98,16
	2	Bajo	482,6	183.583.229	3.227.160	180.356.069	98,24
	2	Alto	116	44.129.506	1.443.485	42.686.021	96,73
	3	Bajo	84,5	32.138.154	59.342.898	0	0,00
	3	Medio	40,2	15.276.209	66.305.975	0	0,00
	3	Alto	12,4	4.704.945	8.896.688	0	0,00
	4	Bajo	564,3	214.696.339	29.584.093	185.112.245	86,22
	4	Medio	1.007,60	383.314.173	95.573.475	287.740.699	75,07
4	4	Alto	93	35.372.683	49.043.109	0	0,00
	5	Bajo	159,4	60.652.196	14.410.134	46.242.063	76,24
	5	Medio	7,2	2.736.755	27.759.337	0	0,00
	5	Alto	74,4	28.320.746	27.070.040	1.250.707	4,42
	6	Bajo	273,1	103.888.211	4.914.658	98.973.554	95,27
	6	Alto	220,7	83.970.288	89.426.529	0	0,00
	7	Medio	411,1	156.393.873	23.600.776	132.793.097	84,91
	7	Alto	1.627,20	619.035.439	299.645.220	319.390.220	51,59
		Subtotal	5.223,50	1.987.240.416	674.309.701	1.312.930.715	66,07
	TOTAL		41.613,80	15.831.582.399	5.153.292.179	10.678.290.221	67,45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.13-4. Resultados análisis financiero ($/predio expandido). Tasa de interés obras 4,5%

	1	Bajo	139,1	67.149.749	19.284.233	47.865.516	71,28
	1	Medio	247,1	119.282.337	3.973.599	115.308.738	96,67
	2	Bajo	457,1	220.707.796	38.949.909	181.757.887	82,35
	2	Medio	1.019,90	492.386.985	3.389.787	488.997.198	99,31
	3	Bajo	1.251,20	604.081.768	72.832.803	531.248.965	87,94
	3	Medio	23,9	11.548.789	55.339.960	0	0,00
	3	Alto	98,6	47.604.937	38.007.119	9.597.818	20,16
	4	Bajo	642,7	310.286.841	157.247.641	153.039.200	49,32
1	4	Medio	2.508,40	1.211.053.286	264.620.823	946.432.463	78,15
	4	Alto	1.697,30	819.432.811	51.798.482	767.634.329	93,68
	5	Bajo	763,8	368.768.715	186.063.773	182.704.942	49,54
	5	Medio	791,7	382.246.986	315.082.503	67164483,01	17,57
	6	Medio	164,1	79.244.586	161.753.148	0	0,00
	6	Alto	119,1	57.493.112	213.794.930	0	0,00
	7	Medio	1.345,60	649.648.652	27.519.924	622.128.728	95,76
	7	Alto	4.849,60	2.341.361.388	974.238.758	1.367.122.631	58,39
		Subtotal	16.119,20	7.782.298.738	2.301.295.840	5.481.002.898	70,43
	1	Bajo	60,8	29.376.351	3.758.570	25.617.781	87,21
	1	Medio	39,8	19.213.129	5.944.381	13.268.748	69,06
2	2	Bajo	643,8	310.814.066	4.424.790	306.389.275	98,58
	2	Medio	1.506,60	727.364.377	9.233.852	718.130.526	98,73
	3	Bajo	768,1	370.830.655	77.304.618	293.526.038	79,15
	3	Medio	17,6	8.521.059	43.896.059	0	0,00

	4	Bajo	78,5	37.888.925	201.523.522	0	0,00
	4	Medio	460,6	222.389.320	420.219.162	0	0,00
	4	Alto	1.834,30	885.578.768	29.749.186	855.829.582	96,64
	5	Bajo	1.214,20	586.223.544	190.057.218	396.166.326	67,58
	5	Medio	506,6	244.563.133	262.311.494	0	0,00
	5	Alto	561,3	270.974.075	80.322.908	190.651.167	70,36
	6	Medio	230,3	111.189.734	131.332.188	0	0,00
	6	Alto	321,2	155.052.416	275.234.903	0	0,00
	7	Medio	1.251,90	604.402.478	97.873.519	506.528.959	83,81
	7	Alto	4.061,70	1.960.953.279	324.582.886	1.636.370.393	83,45
		Subtotal	13.557,10	6.545.335.310	1.602.856.515	4.942.478.795	75,51
	1	Bajo	15,5	7.459.534	621.855	6.837.679	91,66
	1	Medio	20,6	9.932.168	3.121.443	6.810.725	68,57
	2	Bajo	131,1	63.283.628	2.134.763	61.148.865	96,63
	2	Medio	738,7	356.642.219	4.451.065	352.191.155	98,75
	3	Bajo	403,3	194.691.001	9.354.203	185.336.797	95,20
	3	Medio	316,8	152.956.129	32.001.801	120.954.328	79,08
	4	Bajo	225,2	108.743.412	158.159.396	0	0,00
	4	Medio	21,9	10.593.996	197.623.770	0	0,00
	4	Alto	19,5	9.418.323	32.596.986	0	0,00
3	5	Bajo	161,4	77.915.401	66.389.976	11525424,06	14,79
	5	Medio	1.446,00	698.146.377	114.552.671	583.593.706	83,59
	5	Alto	723,1	349.107.040	82.551.839	266.555.201	76,35
	6	Bajo	335,6	162.008.555	8.738.398	153.270.157	94,61
	6	Medio	116,6	56.316.081	86.415.232	0	0,00
	6	Alto	187	90.291.782	54.611.482	35.680.300	39,52
	7	Bajo	296,8	143.310.446	71.247.537	72.062.908	50,28
	7	Medio	264,8	127.838.998	34.560.940	93.278.058	72,97
	7	Alto	1.290,00	622.815.555	160.737.796	462.077.759	74,19
		Subtotal	6.713,90	3.241.470.645	830.147.583	2.411.323.063	74,39
	1	Bajo	6,6	3.184.422	337.223	2.847.198	89,41
	1	Medio	43,4	20.962.564	304.404	20.658.159	98,55
	2	Bajo	482,6	232.975.535	3.227.160	229.748.375	98,61
	2	Alto	116	56.002.366	1.443.485	54.558.881	97,42
	3	Bajo	84,5	40.784.791	59.342.898	0	0,00
	3	Medio	40,2	19.386.209	66.305.975	0	0,00
	3	Alto	12,4	5.970.791	8.896.688	0	0,00
	4	Bajo	564,3	272.459.497	29.584.093	242.875.403	89,14
4	4	Medio	1.007,60	486.443.260	95.573.475	390.869.785	80,35
	4	Alto	93	44.889.556	49.043.109	0	0,00
	5	Bajo	159,4	76.970.418	14.410.134	62.560.284	81,28
	5	Medio	7,2	3.473.067	27.759.337	0	0,00
	5	Alto	74,4	35.940.326	27.070.040	8.870.286	24,68
	6	Bajo	273,1	131.838.903	4.914.658	126.924.245	96,27
	6	Alto	220,7	106.562.145	89.426.529	17135616,05	16,08
	7	Medio	411,1	198.470.995	23.600.776	174.870.219	88,11
	7	Alto	1.627,20	785.584.353	299.645.220	485.939.133	61,86
		Subtotal	5.223,50	2.521.899.196	704.041.611	1.817.857.585	72,08
	TOTAL		41.613,80	20.091.003.890	5.438.341.548	14.652.662.342	72,93

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los resultados presentados, se observa que todos los estratos tienen problemas de flujo de caja en algún momento del proyecto. Además, existe una gran cantidad de agricultores que requieren un subsidio mayor al 65%. De esta forma, en términos globales, los agricultores tienen disposición de financiar aproximadamente el 34% del proyecto con una tasa de interés del 2%, y disposición de financiar el 28% en el caso de una tasa del 4,5%, lo que se traduce en la entrega de un subsidio anual de Mill$10.460 (con tasa del 2%) y de Mill$14.48 (con tasa del 4,5%).

De manera similar se presentan las tablas 11.13-5 y 1113-6, en las cuales se ha ponderado la disposición (capacidad) de pago y los subsidios, por hectárea y expandido, para cada estrato de tamaño predial, independientemente del sector en el cual se encuentre. Se observa que el estrato 2 es el que requiere mayor subsidio; el estrato 6 requiere un porcentaje mucho menor.

Tabla 11.13-5 Capacidad de pago y subsidio ponderado por estrato y hectárea

Tasa de Interés Obras 2,0%				
1	380.441	58.449	321.992	84,64
2	380.441	7.899	372.542	97,92
3	380.441	108.010	272.431	71,61
4	380.441	46.202	334.239	87,86
5	380.441	160.710	219.731	57,76
6	380.441	193.708	186.733	49,08
7	380.441	108.963	271.477	71,36
Total	380.441	129.091	251.350	66,07
Tasa de Interés Obras 4,5%				
1	482.797	58.449	424.348	87,89
2	482.797	7.899	474.898	98,36
3	482.797	115.027	367.770	76,17
4	482.797	49.303	433.494	89,79
5	482.797	166.799	315.998	65,45
6	482.797	221.547	261.250	54,11
7	482.797	108.963	373.833	77,43
Total	482.797	134.783	348.014	72,08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.13-6 Capacidad de pago y subsidio ponderado por estrato expandido

Tasa de Interés Obras 2,0%				
1	217.927.710	33.481.309	184.446.401	84,64
2	1.938.603.698	40.250.404	1.898.353.294	97,92
3	1.147.615.062	325.815.893	821.799.169	71,61
4	3.482.283.959	422.898.566	3.059.385.393	87,86
5	2.438.311.499	1.030.019.223	1.408.292.276	57,76
6	748.591.800	381.157.786	367.434.015	49,08
7	5.858.248.671	1.677.879.298	4.180.369.373	71,36
Total	15.831.582.399	5.371.966.825	10.459.615.575	66,07
Tasa de Interés Obras 4,5%				
1	276.560.255	33.481.309	243.078.946	87,89
2	2.460.176.972	40.250.404	2.419.926.567	98,36
3	1.456.376.128	346.982.514	1.109.393.614	76,17
4	4.419.177.994	451.281.806	3.967.896.188	89,79
5	3.094.329.081	1.069.041.972	2.025.287.109	65,45
6	949.997.315	435.936.683	514.060.632	54,11
7	7.434.386.145	1.677.879.298	5.756.506.847	77,43
Total	20.091.003.890	5.608.829.553	14.482.174.337	72,08

Fuente: Elaboración propia

11.14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación económica ha considerado los costos y beneficios de cada solución, con diferentes tamaños, obteniendo diversos indicadores económicos y analizando la sensibilidad a la variación de algunos parámetros de partida. El análisis financiero contempla un horizonte de evaluación de 30 años.

Los beneficios considerados en la evaluación han sido los incrementos de la producción agrícola, el valor incremental de la tierra, y la posible producción hidroeléctrica. El beneficio real por control de crecidas puede ser significativo, aunque no resulta cuantificable en fase de prefactibilidad. No obstante, teóricamente el mejor embalse es el situado más aguas abajo (Los Laureles), pues permite controlar también los caudales del río Blanco. Tampoco resulta posible la cuantificación económica de los efectos sobre el turismo, aunque se observa cierto optimismo entre los empresarios del rubro. El posible beneficio de entregar un caudal firme a sistemas de APR locales en esta zona de la Región del Maule, puede considerarse inexistente. El principal beneficio es el agronómico, y corresponde al aumento en la seguridad de riego y al incremento de la superficie regada, lo que provoca la inversión en cultivos de mayor rentabilidad y permite mejorar la productividad agronómica del valle.

Los costos de construcción de la presa y sus obras complementarias, incluyendo las medidas de mitigación ambiental, restitución de los viales y otras infraestructuras afectadas, y las expropiaciones necesarias, se muestran en la Tabla 11.14-1.

Tabla 11.14-1. Costos Totales de los Proyectos (Millones de pesos)

139	214	279	44	67	44	133
PRECIOS PRIVADOS						
223.186	239.093	248.952	186.716	250.393	151.044	183.995
7.526	7.680	7.837	4.668	5.135	4.057	6.345
1.692	2.280	2.394	462	1.142	1.008	2.304
232.404	249.053	259.183	191.846	256.670	156.109	192.643
PRECIOS SOCIALES						
191.094	209.525	220.891	182.811	245.933	128.782	160.327
6.119	6.244	6.372	3.860	4.246	3.383	5.173
1.692	2.280	2.394	462	1.142	1.008	2.304
198.906	218.050	229.657	187.132	251.320	133.173	167.804

Fuente: Elaboración propia

Si se considera la capacidad de embalse en cada solución, se observa que los costos unitarios son muy elevados en Cuesta Lara y en la solución menor de El Mañío (aproximadamente entre \$3.000 y \$4.250 /m^3 de embalse), aunque para el escenario 1 resulta menos costosa la solución de El Mañío que Los Laureles. En el emplazamiento de Los Laureles se obtiene un ratio de \$1.431 /m^3 de embalse en el escenario 1, que baja hasta \$823 /m^3 de embalse para el escenario 3 (el embalse mayor).

Al contrastar los costos con los beneficios, la evaluación económica muestra que sólo resulta rentable (a precios sociales) el embalse de Los Laureles con los volúmenes mayores. Así, el embalse de 214 hm^3 obtiene una TIR del 6,26% y el embalse de 279 hm^3 una TIR del 7,35%. En este último caso, si se tuviera en cuenta el valor residual de la presa al final del período de 30 años, la TIR pasaría al 8,48%.

Respecto al potencial hidroeléctrico, las potencias más altas se encuentran en Los Laureles (de 30 a 38 MW), donde también se obtienen los costos unitarios más bajos (605 millones de \$/MW). En la solución mayor de Los Laureles (279 hm^3), si se considera también la eventual generación hidroeléctrica, la TIR mejora desde 7,35% hasta el 10,19% (sin incluir el valor residual del embalse al final de los 30 años) o hasta el 10,94% (incluyendo el valor residual en los beneficios).

Tabla 11.14-2. Costos unitarios de producción hidroeléctrica

POTENCIA INSTALADA (MW)						
29,6	34,3	37,8	21,1	24,1	12,8	23,4
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (millones de \$)						
20.441,8	21.823,6	22.849,7	20.468,3	21.347,3	18.039,8	21.141,5
COSTO UNITARIO (millones de \$/MW)						
691,1	636,6	605,0	971,4	887,3	1.408,3	905,0

Fuente: Elaboración propia.

Además de estos beneficios considerados en el cálculo del VAN y de la TIR, existen otras externalidades positivas, como son la generación de empleo agrícola (permanente y temporal), la rentabilidad por hectárea productiva (cociente entre beneficio agrícola y número de hectáreas beneficiadas), el ingreso per cápita asignable al sector agropecuario (cociente entre el beneficio ocasionado y el número de agricultores beneficiados) y la generación de impuestos.

Conforme a los resultados obtenidos, se recomienda continuar en etapa de Factibilidad con el desarrollo del embalse denominado Los Laureles, con una altura de 135,5 metros y un volumen de 279 hm^3, (escenario 3), que alcanza un VAN social de 48.211 millones de pesos y una TIR social de 7,35% para uso exclusivo de riego (sin considerar el valor residual del proyecto). Se recomienda además avanzar en el análisis del proyecto de generación hidroeléctrica, ya que mejora significativamente los indicadores económicos; en particular el VAN social aumenta en más de 122.126 millones de pesos, y la TIR social aumenta desde el 7,35% hasta el 10,19%. Por otra parte, el análisis de sensibilidad muestra que el proyecto de mayor volumen es rentable para todos los casos, lo que refuerza la recomendación anterior.

Los principales beneficios agronómicos de esta solución son:

- Seguridad de riego del 85% en toda la zona de riego actual del Sistema Longaví (unas 29.900 ha).
- Incremento de 11.700 ha de riego con 85% de seguridad (unas 9.160 ha de secano, 1.300 ha de superficie arable no cultivada, y otras 1.240 ha de superficie sin uso).
- No se inducen perjuicios al Sistema Digua; al contrario, se aumentaría la seguridad de riego de 10.670 ha que se riegan actualmente con recursos del río Longaví, derivados a través del Canal Alimentador Digua.

Además, se obtiene un crecimiento del 39% en el empleo permanente masculino y un 192% en el femenino, con aumento de las jornadas temporales anuales masculinas (75%) y femeninas (71%). La rentabilidad por hectárea productiva crece el 63% en relación a la rentabilidad sin proyecto, lo que confirma el fuerte impacto de la realización de un embalse de regulación en el valle. El ingreso per cápita del sector agropecuario se incrementa el 66%, y la generación de impuestos crecería un 73%.

12. CONCLUSIONES 12-1

12.1. DESCRIPCIÓN 12-1

12.1.1. Ubicación de las presas en estudio 12-1

12.1.2. Tipología de presa en base a estudios geológico-geotécnicos 12-2

12.1.3. Dimensiones de embalse 12-3

12.2. VALORACIÓN ECONÓMICA 12-4

12. CONCLUSIONES

12.1. DESCRIPCIÓN

12.1.1. Ubicación de las presas en estudio

De los estudios técnicos de ingeniería desarrollados se concluye que los tres mejores emplazamientos que reúnen las condiciones necesarias para ser viables sobre el cauce del río Longaví, para la ubicación de un embalse de riego que cubra los objetivos establecidos son los denominados ***Los Laureles, Cuesta Lara y El Mañío***. Las tres soluciones se ubican en la zona media alta de la cuenca del río Longaví.

Tabla 12.1-1. Coordenadas UTM de los ejes de presa, Coordenadas WGS 84, Huso 19 Sur

Los Laureles	284.493	5.986.754	284.056	5.988.060
Cuesta Lara	289.857	5.983.601	290.396	5.983.751
El Mañío	290.179	5.982.676	290.591	5.983.112

Fuente: Elaboración propia

Figura 12.1-1. Situación de las soluciones de embalse

Fuente: Elaboración propia

12.1.2. Tipología de presa en base a estudios geológico-geotécnicos

Una de las premisas fundamentales en las que se basa la elección y diseño del tipo de presa es el terreno sobre el que apoya (profundidad y resistencia del sustrato de apoyo, y profundidad de excavación requerida). Las tipologías propuestas por emplazamiento son:

Los Laureles

La presa de los Laureles se ubica en una cerrada que por condicionantes topográficos admite una presa de unos 130 m de altura sobre cauce y una longitud de coronación de unos 1.450 m. En la margen derecha, de fuerte pendiente y en el entorno del cauce se observan afloramientos rocosos, sin embargo en la margen izquierda se localizan extensas zonas aterrazadas, que corresponden, a depósitos de terraza fluvial en la zona más cercana al cauce, con anchura de unos 300- 400 m, y a depósitos de avalancha volcánica que se extienden a lo largo de más de 800 m hasta el estribo izquierdo, en el resto de esta margen.

Del estudio de materiales realizado (Tomo IV de este informe), se concluye que se dispone de material suficiente para la formación de espaldones en presas de enrocado. Sin embargo, con las investigaciones llevadas a cabo, no se puede garantizar la existencia de material suficiente para proponer una presa de materiales locales con núcleo impermeable. La principal problemática de este emplazamiento reside en el gran espesor de depósitos de avalancha volcánica aterrazados, que existen en la margen izquierda, que hacen inviable la cimentación de una presa de hormigón. Por lo tanto con las condiciones topográficas y geológico-geotécnicas de la cerrada, la tipología más adecuada es de materiales locales.

Se podría plantear una solución mixta, dado que las condiciones de cimentación de la margen derecha, el cauce y los primeros 300 m de la margen izquierda, medidos desde el cauce, bajo la terraza fluvial, parecen adecuadas para la cimentación de una presa de hormigón. Esta solución consistiría en la construcción de una presa de hormigón en el estribo derecho y margen izquierda del cauce, en una longitud de unos 600 m, donde se ubicarían el aliviadero y los órganos de desagüe. El estribo izquierdo, cimentado sobre la avalancha volcánica, se cerraría con un muro de materiales locales. Con la información disponible en esta fase de prefactibilidad, no se puede garantizar la viabilidad técnica de esta solución mixta, ya que sería necesaria una investigación más completa del estribo derecho para evaluar su aptitud para la cimentación de la presa de hormigón, así como un estudio de la unión entre las dos tipologías de presa para garantizar su adecuado funcionamiento.

Por todo lo expuesto, y en base a recomendaciones y características geotécnicas de la zona del emplazamiento de la presa Los Laureles, se ha definido una presa de materiales locales con pantalla de hormigón, tipo CFRD.

El Mañío

La presa de El Mañío se encuentra a unos 1,5 km aguas arriba de la confluencia del río Blanco con el río Longaví. La roca aflora en el entorno del cauce y en algunos escarpes intermedios entre terrazas de la margen izquierda, con recubrimientos aluviales y de avalancha volcánica. Sin embargo, en la margen derecha se presenta un espesor de recubrimientos de depósitos de avalancha importante. Con estas características geológicas de la cerrada la única tipología de presa posible es de materiales locales. Tras la investigación de materiales que se ha llevado a cabo en la zona de estudio, se han identificado unos limos arenosos, que podrían ser utilizados para la construcción de un núcleo impermeable, por lo que, a falta de completar la investigación en fases futuras del diseño, se ha planteado la construcción de una presa de materiales locales con núcleo impermeable.

El apoyo del núcleo en la margen derecha se realizará sobre la avalancha volcánica, retirando del orden de unos 3 m superficiales. En la margen derecha para el apoyo del núcleo se retirarán los materiales de recubrimiento de avalancha volcánica y terrazas, regularizándose la superficie de apoyo. Los espaldones apoyarán sobre el terreno natural retirando 1 m de capa superficial.

Cuesta Lara

La presa de Cuesta Lara se sitúa a unos 200 m aguas arriba de la confluencia del río Blanco con el río Longaví. El cauce del río en la zona del emplazamiento de la presa discurre encañonado entre afloramientos de roca granítica. La margen derecha, de taludes más pendientes, presenta afloramientos superficiales bastante continuos de substrato rocoso granítico. La margen izquierda es más tendida y presenta, en su zona media, una terraza localizada sobre los afloramientos rocosos del cauce.

Las características topográficas y geotécnicas permiten la construcción de una presa de hormigón. Se propone, por tanto, la construcción de una presa de hormigón vibrado, de tal forma que los elementos de desagüe pueden estar integrados dentro del cuerpo de presa. La presa debe estar cimentada en roca competente, por lo que en la margen derecha se realizará la excavación del tramo superficial del macizo rocoso, más alterado y descomprimido, hasta unas profundidades del orden de 10 m. En la margen izquierda es necesario retirar el relleno aterrazado constituido por materiales de avalancha y terraza aluvial de unos 20 m de espesor. Por encima de la cota 680 se excavará del orden de 12 a 15 m del tramo superficial de roca más alterado.

12.1.3. Dimensiones de embalse

La zona de riego objeto de análisis en el presente estudio de prefactibilidad está dividida en 4 sectores. Para la obtención del volumen de embalse necesario para regular los recursos hídricos del río y alcanzar una seguridad mínima de riego del 85% en todos los sectores. Estos escenarios fueron factibles de analizar en la alternativa Los Laureles. En el caso de El Mañío, se analizó la altura máxima factible, la que entregó un volumen de 44 hm. En Cuesta Lara se analizó una alternativa equivalente a la del Mañío, y una extra asociada al máximo volumen factible (67 hm^3).

Para reproducir los diferentes escenarios e hipótesis, se ha elaborado un modelo de regulación, que obtiene el volumen de embalse necesario para cada propuesta. Con las mismas demandas de riego (con seguridad mínima del 85%), y teniendo en cuenta el volumen de embalse muerto en cada caso.

Con estos volúmenes como dato de partida, se ha procedido al dimensionamiento de las presas y sus órganos de desagüe. Los caudales de crecida son también más altos en Los Laureles (2.970,4 m^3/s para T=1000 años) que en El Mañío y Cuesta Lara (1.737,9 m^3/s para el mismo T), por tener asociada una hoya mayor con los aportes del río Blanco, lo que conduce a que su evacuador de crecidas sea también algo mayor.

Para el cálculo de la altura de presa se ha realizado un estudio de laminación de la crecida de 1.000 años de periodo de retorno para cada solución, así como de la crecida decamilenaria, y las revanchas necesarias por sismo y oleaje obteniendo las siguientes cotas de embalse y caudales aliviados:

Tabla 12.1-1. Parámetros principales de las presas

Cota de coronación (m s.n.m.)	602,5	619,5	630,5	718,5	731,5	731	762,5
Cota de cimentación (m s.n.m.)	495	495	495	600	600	635	635
Altura de presa (m)	107,5	124,5	135,5	118,5	131,5	96	127,5
Volumen de embalse total (hm^3)	139	214	279	44	67	44	133
Volumen de embalse muerto (hm^3)	2,06	2,06	2,06	1,29	1,29	1,29	1,29
Volumen de regulación (hm^3)	136,94	211,94	276,94	42,71	65,71	42,71	131,71
Superficie inundación (situación normal) (ha)	472	628	668	213	300	236	471
$Q_{entrada}$ para T=1000 años (m3/s)	2.970,4	2.970,4	2.970,4	1.737,9	1.737,9	1.737,9	1.737,9
Q_{salida} para T=1000 años (m3/s)	2.686,1	2.472,0	2.337,5	1.670,9	1.544,0	1.654,2	1.641,1

Fuente: Elaboración propia

12.2. VALORACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica realizada ha considerado los costes y beneficios de cada uno de los emplazamientos y sus diferentes tamaños, obteniendo diversos indicadores económicos y analizando la sensibilidad y riesgo de la variación de algunos parámetros de partida. El análisis financiero contempla un horizonte de 30 años.

Entre los beneficios de la construcción de un embalse, el principal corresponde al aumento en la seguridad de riego, lo que permite mejorar la expresión del potencial productivo de los cultivos, provocando la inversión en cultivos de mayor rentabilidad, que no se producirían sin la seguridad de riego que proporciona el embalse. Por tanto, los beneficios considerados en la evaluación han sido los incrementos de la producción agrícola, el valor incremental de la tierra, y la potencial producción hidroeléctrica.

El beneficio real por control de crecidas puede ser muy significativo, aunque no resulta cuantificable económicamente en fase de prefactibilidad. No obstante, teóricamente es mejor según este aspecto, la alternativa Los Laureles, por los mayores volúmenes de atenuación asociados a mayores tamaños de embalse. Tampoco resulta posible la cuantificación económica de los posibles beneficios asociados al turismo, aunque se observa cierto optimismo entre los empresarios del rubro, que contrasta con algunas afirmaciones contrarias de ciertos grupos ciudadanos. Ciertamente, algunas de las actividades turísticas que actualmente se contemplan (kajak, rafting, pesca con mosca y senderismo), resultarían obstaculizadas por el futuro embalse, al menos en cierto tramo del río Longaví. Sin embargo, otras actividades turísticas más relevantes y relacionadas con el turismo rural (alpinismo, navegación a vela, turismo rural residencial, acampada, etc.) resultan compatibles con el embalse, e incluso podrían potenciarse. El posible beneficio de entregar un caudal firme a sistemas de APR locales, teniendo en cuenta las características poblaciones en esta zona de la Región del Maule, puede considerarse inexistente.

Los costos considerados corresponden a la construcción de la infraestructura hidráulica (presa y obras complementarias), los costos de mejora y tecnificación de las infraestructuras de riego actuales, las medidas de mitigación ambiental, las expropiaciones necesarias, la restitución de los viales y otras infraestructuras civiles afectadas, los costos de operación y mantención de las obras, y el coste opcional de construcción de la posible central hidroeléctrica a pie de presa.

Para la superficie de riego actual, sólo las alternativas El Mañío y Los Laureles son capaces de almacenar un volumen suficiente, siendo El Mañío un 17,1% más barata (15,6% a precios sociales), aunque con el efecto indeseado de inundación del sector de La Balsa.

La alternativa mayor de Los Laureles, que agrega la totalidad del área potencial de riego con 85% de seguridad, es un 11,5% más cara que la solución menor (15,5% según precio sociales). La alternativa de tamaño intermedio es un 7,2% más cara que el tamaño más pequeño (9,6% según precios sociales).

Se presenta una tabla resumen con los resultados de las valoraciones económicas de las diferentes alternativas y escenarios.

Tabla 12.2-1. Costes directos e indirectos de las presas, Precios Privados

Coste de construcción (Mill$)	150.801	161.549	168.211	126.160	169.184	102.057	124.321
Coste de expropiaciones (Mill$)	1.692	2.280	2.394	462	1.142	1.008	2.304
Coste medidas ambientales (Mill$)	7.526	7.680	7.837	4.668	5.135	4.057	6.345
Contingencia e Imprevistos (8%) (Mill$)	12.064	12.924	13.457	10.093	13.535	8.165	9.946
GG + Utilidades (40%) (Mill$)	60.320	64.620	67.284	50.464	67.674	40.823	49.728
Coste Total (Mill$)	**232.404**	**249.053**	**259.183**	**191.846**	**256.670**	**156.109**	**192.643**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.2-2. Costes directos e indirectos de las presas, Precios Sociales

Coste de construcción (Mill$)	129.118	141.571	149.251	123.521	166.171	87.015	108.329
Coste de expropiaciones (Mill$)	1.692	2.280	2.394	462	1.142	860	2.304
Coste medidas ambientales (Mill$)	6.119	6.244	6.372	3.860	4.246	3.383	5.173
Contingencia e Imprevistos (8%) (Mill$)	10.329	11.326	11.940	9.882	13.294	6.961	8.666
GG + Utilidades (40%) (Mill$)	51.647	56.629	59.700	49.408	66.468	34.806	43.331
Coste Total (Mill$)	**198.906**	**218.050**	**229.657**	**187.132**	**251.320**	**133.026**	**167.803**

Fuente: Elaboración propia

Existen otras externalidades positivas, como la generación de empleo agrícola (permanente y temporal), la rentabilidad por hectárea productiva (cociente entre beneficio agrícola y número de hectáreas beneficiadas), el ingreso per cápita asignable al sector agropecuario (cociente entre el beneficio ocasionado y el número de agricultores beneficiados) y la generación de impuestos. Así, la rentabilidad por hectárea productiva crece en un rango entre 30 y 64% (al igual que el ingreso per cápita del sector agropecuario) para las diferentes alternativas en relación a la rentabilidad sin proyecto, lo que confirma el fuerte impacto de la realización de un embalse de regulación en el valle.

Tabla 12.2-3. Resultados Evaluación Económica. Precios Sociales. Uso Riego. Sin valor residual

Los Laureles	Hipótesis de Sistema Digua con derechos eventuales	LL-ESC. 1	139	-42.889,4	-0,22	-1,42	0,79	4,28%
		LL-ESC. 2	214	8.022,3	0,04	0,22	1,04	6,26%
		LL-ESC. 3	279	48.211,3	0,22	1,16	1,21	7,35%
	Hipótesis de Sistema Digua con derechos permanentes	LL-ESC_2.1	139	-39.864,0	-0,21	-0,98	0,80	4,42%
		LL-ESC_2.2	218	11.047,7	0,05	0,24	1,05	6,35%
		LL-ESC_2.3	279	51.236,7	0,23	0,98	1,22	7,42%
Cuesta Lara	CL-ESC_1.1a		44	-163.077,0	-0,88	-21,92	0,15	-
	CL-ESC_1.1b		67	-229.962,6	-0,93	-28,27	0,11	-
El Mañío	EM-ESC_1.1a		44	-102.025,3	-0,79	-13,71	0,24	-
	EM-ESC_1.1		133	-135.693,4	-0,85	-4,50	0,20	-

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los resultados obtenidos, se recomienda continuar en etapa de Factibilidad con el desarrollo del embalse Los Laureles, con un volumen de 279 hm³, que alcanza un VAN social de 48.211 millones de pesos y una TIR social de 7,35% para uso exclusivo para riego (sin considerar el valor residual del proyecto).

Se recomienda además avanzar en el análisis del proyecto de generación hidroeléctrica, ya que mejora significativamente los indicadores económicos; en particular el VAN social aumenta en más de 122.126 millones de pesos, y la TIR social aumenta desde el 7,35% hasta el 10,19%.

Por otra parte, el análisis de sensibilidad muestra que el proyecto de mayor volumen es rentable para todos los casos, lo que refuerza la recomendación anterior.

En las etapas futuras del proyecto, se recomienda elaborar un modelo integrado de simulación y operación conjunta, que incluya las características operacionales y jurídicas del Sistema Digua, plasmadas a través de sus demandas de agua y derechos de aprovechamiento de aguas.

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO NORMATIVO LEGAL

1.1. TIPOS DE DERECHOS DE AGUAS RESPECTO A SU SITUACIÓN LEGAL

En primer término, conviene señalar que entre los derechos que ejercen los usuarios existen los que constan en un documento escrito, tal como un decreto, una resolución, una sentencia judicial, una escritura pública etc., y otros que simplemente se ejercen sin que exista un acto de autoridad o un instrumento público, en algunos casos como meros usos incluso ancestrales. Los primeros se denominan ***derechos formalizados*** y los segundos ***derechos consuetudinarios o no formalizados***.

En relación con los "***derechos formalizados***" pueden darse estas tres situaciones:

a) Que el título se encuentre ajustado a derecho; esto es, inscrito en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces competente (CBR), y además contiene todas las características esenciales que establece el artículo 45 del Reglamento del Catastro Público de Aguas, y registrado en el Catastro Público de Aguas (CPA) que lleva la Dirección General de Aguas, cuyo Reglamento fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 1.220 de 30 de diciembre de 1997, del Ministerio de Obras Públicas. El título en que consta el derecho de aprovechamiento será entonces *perfecto*.

b) Que estando inscrito en el Conservador de Bienes Raíces, el derecho sea *incompleto* o imperfecto, al omitir alguna característica esencial que exige la ley (artículo 45 del Reglamento del Catastro Público de Aguas), en cuyo caso habrá que *perfeccionarlo*. Por ejemplo, si el caudal no aparece expresado en volumen por unidad de tiempo, razón que impide registrarse en el CPA.

   Para que se pueda practicar la inscripción en el mencionado registro administrativo (CPA), previamente se requiere perfeccionar judicialmente dicho derecho (según artículos 122 y 177 del Código de Aguas, artículos 44, 45 y 46 del Reglamento del Catastro Público de Aguas y artículo 680 del Código de Procedimiento Civil), o bien seguir el procedimiento en forma administrativa ante el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), si se trata de derechos provenientes del proceso de Reforma Agraria.

c) Que el título del derecho conste en algún documento escrito (tal como un decreto, una escritura pública etc.) pero carezca de inscripción registral en el Conservador de Bienes Raíces, en cuyo caso deberá *regularizarse*. Para ello, existen dos vías: seguir el proceso conforme al artículo 2° Transitorio del Código de Aguas; o bien seguir el proceso conforme al artículo 5° Transitorio si se trata de derechos que provengan de predios expropiados total o parcialmente o adquiridos a cualquier título por aplicación de las Leyes N° 15.020 y 16.640.

   Una vez reconocido el derecho por sentencia ejecutoriada o determinado por Resolución del Servicio Agrícola y Ganadero, según corresponda, podrá *regularizarse*, practicando su inscripción en el CBR. Si el título inscrito contiene todas las características esenciales, podría inscribirse en el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas que lleva la Dirección General de Aguas (CPA). En caso contrario, deberá previamente perfeccionarse judicialmente o administrativamente ante el SAG, según corresponda.

Respecto de los *"derechos no formalizados"* o usos consuetudinarios (los que carecen de título o instrumento en que consten), el artículo 2° Transitorio del Código de Aguas permite regularizarlos, al reconocer estos usos consuetudinarios "efectivos", es decir, lo que la ley permite regularizar son usos efectivos (reales) del recurso hídrico, en los artículos 7° del Decreto Ley N° 2.603 de 1979, y 19 N°24 inciso final de nuestra Carta Fundamental.

1.2. MARCO NORMATIVO Y LEGAL

Para una mejor comprensión, a continuación se exponen sucintamente las nociones básicas sobre: Derechos de Aprovechamiento de Aguas, Catastro Público de Aguas (CPA), Registro Público de Derechos de Aprovechamiento y Comunidades de Aguas (forma de constitución, fijación de los derechos de los comuneros y la intervención de la Dirección General de Aguas en dicho procedimiento).

1.2.1. Derecho de Aprovechamiento de Aguas

En nuestro ordenamiento jurídico las aguas son bienes nacionales de uso público; o sea, su dominio es de la nación toda y su uso corresponde a todos los habitantes del país. Sin embargo, el Estado permite a los particulares el uso exclusivo y excluyente de las aguas mediante el otorgamiento de un permiso especial denominado "*derecho de aprovechamiento de aguas*".

Por regla general el derecho de aprovechamiento se adquiere por el modo de adquirir acto de autoridad que se materializa en una resolución que dicta el Director General de Aguas, en virtud de la cual constituye originariamente el derecho. Dicha resolución es el acto terminal que se expide en un procedimiento administrativo (artículos 20, 22, 140 y 141 inciso 3°). Esta resolución debe reducirse a escritura pública e inscribirse en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces (artículos 114 N°4 y 150).

1.2.2. Catastro Público de Aguas

La Dirección General de Aguas (DGA) debe llevar un Catastro Público de Aguas (CPA) en el que constará toda la información que tenga relación con ellas, según el artículo 122 inciso 1° del Código de Aguas en vigor. Su finalidad, entre otras, es contar con un catastro público de la totalidad de los derechos de aprovechamiento y usos de aguas constituidos y reconocidos sobre las aguas nacionales.

Sólo un bajo porcentaje de los derechos de aprovechamiento existentes en el país cuentan con inscripción en el Registro de Propiedad de Aguas que llevan los Conservadores de Bienes Raíces (CBR), siendo necesario que la autoridad pública que asigna originariamente tales derechos (DGA) tenga un cabal conocimiento de los caudales de aguas que se hayan autorizado extraer, de modo de ejercer su potestad reglada de manera informada.

Por ello existe un Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en el Catastro Público de Aguas, el cual debería ser mantenido al día (inciso 3° del artículo 122 del código de Aguas). El propio art 122 del Código de Aguas ordena a los Notarios y Conservadores informar respecto de todas las transferencias y transmisiones de los derechos de aprovechamiento y de las organizaciones de usuarios. Sin perjuicio de lo anterior, en la práctica esto último se da bastante poco.

Los titulares de los derechos de aprovechamiento de aguas, cualquiera que sea su origen, deben inscribirlos en el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (inciso 7° del artículo 122 del Código de Aguas). En caso de incumplimiento de esta obligación, el titular del derecho real no podrá realizar acto alguno en relación con él ante la Dirección General de Aguas y la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Así las cosas, el dueño de un derecho que carece de inscripción en el registro no se encuentra habilitado, por ejemplo, para solicitar el cambio del punto de captación de su derecho, ni para pedir la ampliación de una concesión sanitaria de distribución de agua potable.

1.2.3. Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas

Según lo establecido en el Código de Aguas (artículo 122 inciso 3°), el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas se encuentra regulado por el Reglamento del Catastro Público de Aguas, que fue aprobado por Decreto Supremo N° 1.220, de 30 de diciembre de 1997, del Ministerio de Obras Públicas.

El artículo 13 del Reglamento reitera la obligación legal para los titulares de los derechos, de inscribir en dicho registro público administrativo sus respectivos derechos. Sin embargo, solamente pueden inscribirse aquellos derechos que contengan todas las características esenciales que indica el artículo 45 del Reglamento, y que son las siguientes:

- Nombre del titular.
- El álveo o ubicación del acuífero de que se trata.
- Provincia en que se sitúe la captación y restitución, en cada caso.
- Caudal expresado en volumen por unidad de tiempo.
- Características con que se otorga o reconoce el derecho (consuntivo o no consuntivo; de ejercicio permanente o eventual; de ejercicio continuo, discontinuo o alternado entre varias personas).

Si el título que contiene el derecho carece de alguna de estas características esenciales, su titular debe perfeccionarlo previamente a su inscripción en el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas. El perfeccionamiento tiene por objeto dotar de todas las características esenciales a un título en que consta un derecho, con la finalidad de incorporarlo al Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas, que lleva la Dirección General de Aguas.

Con todo ello, es muy importante puntualizar que el artículo 13 inciso final del mencionado Reglamento, establece que se entenderán automáticamente registrados los derechos fijados por sentencia judicial que declare la existencia de una comunidad de aguas cuya organización haya sido promovida por la Dirección General de Aguas.

El perfeccionamiento de los derechos cuyos títulos se encuentren incompletos debe realizarse en sede judicial a través del procedimiento sumario establecido en el Código de Procedimiento Civil. Si se trata de derechos que provengan de predios expropiados o adquiridos por aplicación de las Leyes N°15.020 y 16.640, el perfeccionamiento se efectúa de forma administrativa ante el Servicio Agrícola y Ganadero.

En estas condiciones, el perfeccionamiento se materializará con la dictación de una sentencia judicial (o de una resolución, según corresponda), que reconoce las características esenciales de que carece el título inscrito en el Registro del CBR. Una vez que se encuentre ejecutoriado el fallo o el acto administrativo, debe inscribirse en el mencionado Registro y subinscribirse al margen de la inscripción originaria.

1.3. REGULARIZACIÓN Y PERFECCIONAMIENTO DE LOS DERECHOS DE AGUAS

Los DAA inscritos en los Registro de Aguas del CBR competente, cuyas posteriores transferencias o transmisiones NO lo hubieren sido, podrán regularizarse mediante la inscripción de los títulos correspondientes desde su actual propietario hasta llegar a la inscripción de la cual preceden. Este trámite se conoce como *regularización conforme al* ***artículo 1° transitorio del Código de Aguas,*** y se realiza en el Conservador de Bienes Raíces.

Los títulos de derecho de aguas no inscritos en el CBR, o que estuvieran inscritos en el CBR pero estén siendo utilizados por personas distintas de sus titulares, deben regularizarse ante la DGA, quien una vez vencidos los plazos legales remitirá la solicitud y sus antecedentes al Juez, quien reconocerá y fallará de acuerdo al procedimiento establecido en el Código de Aguas. Podrán regularizar de esta forma aquellos usuarios que hayan cumplido 5 años de uso ininterrumpido, contados hacia atrás, desde la fecha de entrada de vigencia del Código de Aguas de 1981, es decir, antes del 29 de octubre de 1976. Este trámite se conoce como *regularización conforme al* ***artículo 2° transitorio del Código de Aguas***. En resumen, las tres situaciones en que se regularizarían los derechos según este último artículo son:

(1) Los derechos de aprovechamiento inscritos que estén siendo utilizados por personas distintas de sus titulares;

(2) Usuarios que solicitaren inscribir derechos de aprovechamiento no inscritos;
(3) Usuarios que se extraen agua en forma individual de una fuente natural y luego desarrollan los requisitos correspondientes.

Figura 1.3-1 Regularización conforme al artículo 1° Transitorio del Código de Aguas

Figura 1.3-2 Regularización conforme al artículo 2° Transitorio del Código de Aguas

La inscripción de los derechos de aguas que provengan de predios expropiados, total o parcialmente, por alguna ley de la Reforma Agraria, le corresponde al SAG - Servicio Agrícola y Ganadero, (Leyes 15.020 y 16.640). A este organismo le compete determinar los derechos que corresponde a cada predio asignado, a la reserva, a la parte que se hubiese excluido de la expropiación y a las partes que se hubiesen segregado por cualquier causa, proporcionalmente a la extensión regada. Esta determinación de los derechos que correspondan se efectúa mediante una resolución exenta publicada en extracto en el Diario Oficial, y que debe inscribirse en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces.

Los propietarios de las parcelas y predios comprendidos en dicha resolución podrán inscribir a su nombre, los derechos establecidos para sus predios, solo con la presentación de la inscripción de dominio del inmueble. En este caso, la inscripción de la aludida resolución será suficiente para determinar la cantidad de derechos que corresponde a cada predio y no regirá lo establecido en el artículo 1° transitorio del Código de Aguas. Este trámite se conoce como *regularización conforme al artículo 5º transitorio del Código de Aguas*. El SAG podrá requerir directamente la inscripción de los derechos de aprovechamiento de aguas a que se refiere este artículo, e invertir dinero en ello.

Como ya se ha indicado, *perfeccionar* un derecho de aprovechamiento de aguas, es dotarlo de todas las características esenciales de las que careciese. Este trámite debe realizarse a través del procedimiento sumario que contempla el Código de Procedimiento Civil. En la mayoría de los casos corresponde a dejar el derecho en unidad de caudal (litros por segundo) y expresando que se trata de un derecho de tipo consuntivo/no consuntivo, de ejercicio permanente/eventual y continuo/discontinuo.

Figura 1.3-3 Perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas

1.4. LAS ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUAS (OUA)

Las Organizaciones de Usuarios de Aguas pueden clasificarse en *organizadas* y *no organizadas* (o *de hecho*). Las primeras son aquellas que se han constituido conforme al Código de Aguas, se encuentran registradas en la DGA e inscritas en el Registro de Propiedad de Aguas del CBR.

Las OUA se entenderán organizadas legalmente (Constituidas) al cumplir los siguientes requisitos:

- Por escritura pública suscrita por todos los titulares de derechos que se conducen por la obra común, según lo dispone el artículo 187 del Código de Aguas.
- Reducción a escritura pública de sentencia favorable del tribunal competente.
- Registro en la Dirección General de Aguas.
- Inscripción en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo.

Así, podemos conceptualizar las OUA de hecho como aquellas que no cumplen los requisitos definidos en la enumeración precedente, aun cuando alguno(s) de estos se encuentren en proceso.

El objeto del proceso de constitución de una OUA es:

- Determinar quiénes son los comuneros, en base a la documentación acompañada.
- Determinar los derechos que les corresponden a cada comunero.
- Aprobar los estatutos.
- Designar el primer directorio (provisional).

En el proceso de conformación de las OUAs, se puede concluir que existen las siguientes etapas:

1) Constitución de la organización: Puede ser de forma judicial (a través de los Tribunales de Justicia) o extrajudicial. Su resultado corresponde a una escritura pública confeccionada en alguna notaría del país.

2) Registro de la organización: Se realiza en la Dirección General de Aguas. La potencial organización de usuarios solicita a la DGA su reconocimiento e inscripción en el Catastro Público de Aguas. Para ello, entrega la documentación solicitada para su análisis. Si no existen observaciones, la DGA emite una resolución declarando que queda Organizada y Registrada en el Catastro Público de Aguas.

3) Inscripción: Corresponde a la inscripción en el Registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces. Para ello se necesita la resolución emitida por la DGA. Después de inscribirse en el Registro de Aguas del CBR respectivo debe reenviar una copia de dicha inscripción a la DGA para ser ingresada al expediente de la organización y completada la información en el Catastro Público de Aguas.

Cabe precisar, que tanto la inscripción administrativa como la conservatoria son necesarias en ambos tipos de formas de constitución (judicial o extrajudicial).

La información obtenida de la DGA a través del Catastro Público de Aguas, permite ver que existen organizaciones de aguas que se encuentran organizadas y registradas en el Catastro Público de Aguas, pero allí no existe información sobre su inscripción en el CBR; bien sea porque no existe o bien sea porque no se comunicó en el CPA.

Los diferentes tipos de OUA que señala nuestro Código de Aguas son:

a) Comunidades de Aguas (superficiales y subterráneas);
b) Comunidades de Obras de Drenaje;
c) Asociaciones de Canalistas;
d) Juntas de Vigilancia.

1.4.1. Comunidades de Aguas

Las comunidades podrán organizarse por escritura pública suscrita por todos los titulares de derechos que se conducen por la obra común.

Si cualquier interesado o la Dirección General de Aguas promueve cuestión sobre la existencia de la comunidad o sobre los derechos de los comuneros en el agua o en la obra común, se citará a comparendo ante el Juez del lugar en que esté ubicada la bocatoma del canal principal.

Declarada por el Juez la existencia de la comunidad y fijados los derechos de los comuneros, en conformidad a los artículos anteriores, se procederá a elegir al directorio si los comuneros son más de cinco, o a uno o más administradores, con las mismas facultades que el directorio, en caso contrario.

La resolución judicial que reconozca la existencia de la comunidad y los derechos de los comuneros se reducirá a escritura pública, conjuntamente con los estatutos si hubiere acuerdo sobre ellos, la que deberá ser firmada por el Juez o por la persona que él designe.

La escritura de organización de una comunidad de aguas deberá contener:

1. Los nombres, apellidos y domicilios de los comuneros;

2. El nombre, domicilio y objeto de la comunidad;

3. El nombre de los cauces que conducen las aguas sometidas a su jurisdicción;

4. El derecho de agua que corresponde al canal en la corriente de uso público y la forma en que se divide ese derecho entre los comuneros;

5. El nombre y ubicación de los predios o establecimientos que aprovechen las aguas;

6. Los bienes comunes;

7. El número de miembros que formará el directorio, o el número de administradores, según sea el caso;

8. Las atribuciones que tendrá el directorio o los administradores, fuera de las que les confiere la ley;

9. La fecha anual en que debe celebrarse la junta general ordinaria, y

10. Los demás pactos que acordaren los comuneros.

Podrán ingresar convencionalmente a la comunidad quienes incorporen al canal nuevos derechos de agua. Los gastos de incorporación de nuevos derechos serán de cargo del interesado.

Los que a cualquier título sucedan en sus derechos a un comunero tendrán en la comunidad las obligaciones y derechos de su antecesor.

La competencia de la comunidad en lo concerniente a la administración de los canales, distribución de las aguas y a la jurisdicción que con arreglo al artículo 244 del Código de Aguas corresponde al directorio sobre los comuneros, se extenderá hasta donde exista comunidad de intereses, aunque sólo sea entre dos comuneros.

No obstante, en lo referente a la administración de los canales y a la distribución de las aguas, podrán los estatutos estipular una menor extensión de sus atribuciones.

Serán bienes comunes los recursos pecuniarios y de otra naturaleza con que contribuyan los dueños de los derechos de aprovechamiento, el producto de las multas y los bienes que se adquieran a cualquier título para los fines de la organización.

Si dos o más comuneros extrajeren aguas en común por un mismo dispositivo, el directorio podrá exigirles que constituyan un representante común y serán solidariamente responsables del pago de las cuotas y multas respectivas.

Dichos comuneros podrán constituirse en comunidad de aguas independiente, asociación de canalistas o en cualquiera otra organización que convengan.

El directorio tendrá los siguientes deberes y atribuciones:

1. Administrar los bienes de la comunidad;

2. Atender a la captación de las aguas por medio de obras permanentes o transitorias; a la conservación y limpia de los canales y drenajes sometidos a la comunidad; a la construcción y reparación de los dispositivos y acueductos y a todo lo que tienda al goce completo y correcta distribución de los derechos de aguas de los comuneros.

El directorio podrá, por sí solo, acordar los trabajos ordinarios en las materias indicadas y, en casos urgentes, los extraordinarios; pero deberá dar cuenta de estos últimos en la próxima junta ordinaria que se celebre;

3. Velar por que se respeten los derechos de agua en el prorrateo del caudal matriz, impidiendo que se extraigan aguas sin títulos;

4. Requerir la acción de la junta de vigilancia para los efectos del número anterior;

5. Distribuir las aguas, dar a los dispositivos la dimensión que corresponda y fijar turnos cuando proceda;

6. Resolver la forma y condiciones de incorporación de titulares de nuevos derechos de aprovechamiento a la comunidad;

7. Representar a los comuneros en los casos de imposición de servidumbres pasivas, en las obras de captación, conducción, regulación y descarga;

8. Vigilar las instalaciones de fuerza motriz u otras y el correcto ejercicio de las servidumbres;

9. Someter a la aprobación de la junta general los reglamentos necesarios para el funcionamiento del mismo directorio, de la junta general, de la secretaría y de las oficinas de contabilidad y administración;

10. Someter a la aprobación de la junta general ordinaria el presupuesto de entradas y gastos ordinarios y extraordinarios, fijando separadamente el monto de unos y otros con su correspondiente reajustabilidad. En esa junta dará cuenta de la inversión de los fondos y de la marcha de la comunidad en una memoria que comprenda todo el período de funciones.

La junta podrá acordar el presupuesto en la forma que estime conveniente o modificar el que se presente;

11. Aumentar hasta en un treinta por ciento en el año, las cuotas ordinarias o extraordinarias, cuando aparezca de manifiesto que las fijadas en junta general ordinaria fueren insuficientes para el buen

funcionamiento de la comunidad; establecer cuotas especiales para hacer frente a gastos imprevistos que no puedan ser cubiertos con las reservas acumuladas. En todo caso dará cuenta en junta extraordinaria que deberá citar en el más breve plazo;

12. Fijar las multas que corresponda aplicar a los comuneros, la que no podrá exceder de diez unidades tributarias mensuales;

13. Contratar cuentas corrientes en los bancos y tomar dinero en mutuo por cantidades que no excedan del monto del presupuesto anual de entradas.

En caso que sea necesario efectuar obras para reparar las instalaciones afectadas por catástrofes o daños graves, se podrá contratar créditos hasta la concurrencia del valor de las obras;

14. Cumplir los acuerdos de las juntas generales;

15. Citar a la junta general ordinaria en la fecha que fija la ley o los estatutos;

16. Citar a la junta general extraordinaria cuando sea necesario o lo solicite, por lo menos la cuarta parte de los comuneros con derecho a voto, con indicación del objeto;

17. Velar por el cumplimiento de las obligaciones que la ley, los reglamentos y los estatutos imponen a los comuneros y a la comunidad;

18. Nombrar o remover al secretario y trabajadores de la comunidad y fijar sus remuneraciones, sin perjuicio de las facultades de la junta general;

19. Delegar sus atribuciones en uno o más directores;

20. Llevar una estadística de los caudales que se conducen por los canales de la comunidad;

21. Realizar programas de extensión para difundir entre los comuneros las técnicas y sistemas que tiendan a un mejor empleo de agua, pudiendo celebrar convenios para este objeto;

22. Comunicar a la junta de vigilancia de que forma parte, el nombre del ingeniero asesor y el de su reemplazante, en caso que los tuviera, y

23. Los demás que las leyes y los estatutos señalen.

1.4.2. Comunidades de Obras de Drenaje

Por el hecho de que dos o más personas aprovechen obras de drenaje o desagüe en beneficio común, existe una comunidad que, salvo convención expresa de las partes, se regirá por las reglas siguientes:

- Estas comunidades se organizarán en la forma prescrita por los artículos 187 y siguientes (del Código de Aguas). Será Juez competente para conocer de las materias indicadas en el artículo 188, el de la comuna en que se encuentre ubicado cualquiera de los predios de desagüe.
- El domicilio de la comunidad será el que acuerden los interesados por mayoría de votos.
- Son aplicables a estas comunidades las disposiciones de los párrafos 1° y 3° del presente Título, en cuanto no se contrapongan con su naturaleza ni con el artículo siguiente.
- Los comuneros tendrán derecho a un voto por cada hectárea de dominio afecta al sistema, salvo convención en contrario.
- Las fracciones de votos se sumarán hasta formar votos enteros, despreciándose las que no alcanzaren a completarlos, salvo en el caso de empate, en que se computarán para decidirlo.
- Si no hubiere fracciones, el empate lo decidirá el presidente.

1.4.3. Comunidades de Canalistas y otras Organizaciones de Usuarios

Las asociaciones de canalistas constituidas en conformidad a la ley gozarán de personalidad jurídica.

La constitución de la asociación y sus estatutos se hará por escritura pública suscrita por todos los titulares de derechos a que se refiere el artículo 186 y necesitarán de la aprobación del Presidente de la República, previo informe de la Dirección General de Aguas.

Son aplicables igualmente a las asociaciones de canalistas y a las otras organizaciones de usuarios, las disposiciones del párrafo 1° de este Título III del Código de Aguas, en cuanto sean compatibles con su naturaleza y no contradigan lo dispuesto en sus estatutos.

A las primeras también les son aplicables las disposiciones del Título XXXIII, del Libro I, del Código Civil, con excepción de los artículos 560, 562, 563 y 564.

Quienes no hayan sido incluidos en la asociación u organización de usuarios podrán hacer valer sus derechos en cualquier tiempo en la forma prevista en el artículo 194.

Formarán el patrimonio de estas entidades, los recursos pecuniarios y de otra naturaleza con que contribuyan los dueños de los derechos de aprovechamiento, el producto de las multas y los bienes que adquieran a cualquier título para los fines de la organización.

También podrán organizarse en la forma establecida en este párrafo, los que estén obligados a mantener las obras de drenaje y los que tengan interés en ellas.

La organización termina por la reunión de todos los derechos de agua en manos de un mismo dueño y por las causales que indiquen los estatutos.

1.4.4. Juntas de Vigilancia

Las personas naturales o jurídicas y las organizaciones de usuarios que en cualquier forma aprovechen aguas superficiales o subterráneas de una misma cuenca u hoya hidrográfica, podrán organizarse como juntas de vigilancia que se constituirá y regirá por las disposiciones del Código de Aguas.

La constitución de la Junta de Vigilancia y sus estatutos, constarán en escritura pública, la que deberá ingresarse a la Dirección General de Aguas conjuntamente con una publicación en un diario o periódico de la provincia respectiva y, si no hubiera, en uno de la capital regional correspondiente, en el cual se notifique la constitución de la organización de usuarios de que se trata, con indicación de fecha y notaría del documento público constitutivo. El documento de inscripción debe indicar:

1.- El nombre, domicilio y objeto de la Junta de Vigilancia.

2.- Hoya hidrográfica a que pertenece.

3.- El o los cauces o la sección del cauce, acuíferos o fuente natural sobre la que tiene jurisdicción.

4.- Enumeración de canales sometidos a su jurisdicción, con indicación de sus derechos de aprovechamiento en el cauce o fuente natural, expresados conjuntamente en acciones y en volumen por unidad de tiempo.

5.- Enumeración de usuarios individuales que capten directamente del cauce natural, a través de una bocatoma, con indicación de sus derechos de aprovechamiento, expresados conjuntamente en acciones y en volumen por unidad de tiempo.

6.- El número de miembros que formará el directorio, o el número de administradores, según el caso.

7.- La individualización de los miembros del primer directorio o de él o los administradores, según el caso.

En cada sección de una corriente natural que hasta la fecha de promulgación del Código de Aguas y en conformidad a las leyes anteriores, se considere como corriente distinta para los efectos de su distribución, podrá organizarse una junta de vigilancia.

También podrá organizarse una junta de vigilancia para cada sección de una corriente natural en que se distribuyan sus aguas en forma independiente de las secciones vecinas de la misma corriente.

Las juntas de vigilancia tienen por objeto administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en las fuentes naturales, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que les encomiende la ley. Podrán construir, también, nuevas obras relacionadas con su objeto o mejorar las existentes, con autorización de la Dirección General de Aguas.

El total de los derechos de aprovechamiento constituidos en junta de vigilancia, se entenderá dividido en acciones que se distribuirán entre los interesados, en proporción a sus derechos.

Son atribuciones y deberes del directorio los siguientes:

1. Vigilar que la captación de las aguas se haga por medio de obras adecuadas y, en general, tomar las medidas que tiendan al goce completo y a la correcta distribución de los derechos de aprovechamiento de aguas sometidos a su control;

2. Distribuir las aguas de los cauces naturales que administre, declarar su escasez y, en este caso, fijar las medidas de distribución extraordinarias con arreglo a los derechos establecidos y suspenderlas. La declaración de escasez de las aguas, como también la suspensión de las medidas de distribución extraordinarias, deberán hacerse por el directorio en sesión convocada especialmente para ese efecto;

3. Privar del uso de las aguas en los casos que determinen las leyes o los estatutos;

4. Conocer las cuestiones que se susciten sobre construcción o ubicación, dentro del cauce de uso público, de obras provisionales destinadas a dirigir las aguas hacia la bocatoma de los canales.

Las obras definitivas requerirán el permiso de la Dirección General de Aguas;

5. Mantener al día la matrícula de los canales;

6. Solicitar al Director General de Aguas la declaración de agotamiento de los caudales de agua sometidos a su jurisdicción;

7. Ejercitar las atribuciones señaladas en los números 1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 del artículo 241, y las demás que se le confieren en los estatutos;

8. Exigir el cumplimiento de la obligación impuesta por el número 20 del artículo 241, y

9. Los demás que señalen las leyes.

Habrá el número de repartidores de agua que fije el directorio. El repartidor general de las aguas de una corriente natural, o de una sección de ella, deberá ser ingeniero civil titulado, a menos que los directores de la Junta de vigilancia, por unanimidad, acordaren lo contrario.

Para el ejercicio de sus funciones, el repartidor de aguas contará con los celadores que designe, con acuerdo del directorio. Los repartidores de agua tendrán las siguientes atribuciones y deberes:

1. Cumplir los acuerdos del directorio sobre distribución de aguas, turnos y rateos, conforme a los derechos establecidos, y restablecerlos inmediatamente que sean alterados por actos de cualquiera persona o por accidente casual, denunciando estos hechos al directorio;

2. Velar porque el agua no sea sustraída o usada por quienes carezcan de derechos y, para que vuelva al cauce aquella empleada en usos no consuntivos;

3. Denunciar a la Justicia Ordinaria las sustracciones de agua de los cauces matrices y las destrucciones o alteraciones de las obras existentes en los álveos de dichos cauces. En los juicios a que den lugar estas denuncias, el repartidor de agua tendrá la representación de la junta, sin perjuicio de la comparecencia y actuación de ésta;

4. Cumplir las órdenes del directorio sobre privación de agua a los canales o titulares de derechos de aprovechamiento que no hayan pagado sus cuotas;

5. Vigilar la conservación de los cauces de la hoya y la construcción y conservación de las compuertas, bocatomas y demás obras que estén sometidas a la junta;

6. Solicitar con arreglo a lo dispuesto en el artículo 242 el auxilio de la fuerza pública para hacer cumplir las obligaciones que le incumban, y

7. Ejercitar los demás derechos y atribuciones que señalen los estatutos.

Los celadores tendrán las atribuciones y deberes que fije el directorio o el repartidor de agua, en conformidad a los estatutos u ordenanzas y, en especial, ejercerán la policía y vigilancia para la justa y correcta distribución de las aguas, con arreglo a los derechos establecidos y a los acuerdos adoptados, debiendo dar cuenta inmediata de toda alteración o incorrección que notaren.

1.5. ASESORÍA LEGAL Y TÉCNICA SOBRE DERECHOS DE AGUA

Los trabajos de asesoría legal y técnica relativa a los derechos de agua, se refieren a la prestación de servicios de consultoría en esta materia, por parte de TYPSA, a los regantes que integran las organizaciones de usuarios en relación con los trámites para efectuar la regularización y/o perfeccionamiento de los derechos de aprovechamientos de agua, durante la ejecución del Estudio. No se incluyen servicios de tramitación ni de solicitudes, sino prestación de servicios de información relativa al procedimiento a seguir.

Para ello, se ha puesto a disposición del Estudio en primera instancia al señor abogado Don Pablo Jaeguer Cousiño. Con fecha 2 de junio de 2014, César Navarrete solicita a TYPSA el reemplazo de don Pablo por problemas de incompatibilidad.

En el Ordinario N°2738 con fecha 24 de junio 2014, la CNR acepta el reemplazo de Don Pablo Jaeguer Cousiño en la persona del señor abogado Don Patricio Valdés Hernández.

Los servicios de asesoría legal se articulan a través de los siguientes procesos:

a) Asesoría legal permanente:

Se ha puesto a disposición de los regantes la asesoría legal y técnica que sea requerida, orientada a lograr el objetivo de iniciar los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de agua (DAA) de propiedad de los regantes que integran dichas organizaciones. Esta asesoría ha sido llevada a cabo por parte de los Abogados señalados. Su anuncio fue realizado durante la celebración de la

primera reunión de Participación Ciudadana, y concretado durante el Primer Taller Legal, que tuvo lugar en la ciudad de Longaví.

En dichos anuncios se indicó que los usuarios podían hacer consultas por escrito, dirigidas preferentemente a la Directiva de la Junta de Vigilancia del río Longaví, quien las gestionaría hacia este Consultor, o bien directamente al Consultor mediante correo electrónico dirigido al Jefe de Proyecto de TYPSA, el ingeniero José Antonio Olmedo G. (jaolmedo@typsa.es), identificando debidamente las consultas con el nombre, dirección y teléfono del remitente.

b) Realización de Talleres Legales

Correspondiendo a una instancia público-participativa, se ha realizado el primero de los 2 talleres o jornadas de capacitación a los representantes de las organizaciones de regantes, con la finalidad de informar de los trámites legales y administrativos necesarios para la regularización y/o perfeccionamiento de los DAA de sus comuneros.

c) Elaboración de un Instructivo (o Manual)

Durante la celebración del 1er Taller Legal, se realizó entrega de un tríptico Instructivo con el logo de la CNR, explicando detalladamente los trámites necesarios para obtener la regularización y/o perfeccionamiento de un DAA, de acuerdo a la legislación vigente.

d) Respaldo para la suscripción de un compromiso formal de inicio de los trámites

La asesoría tiene el objetivo de promover y generar un compromiso de las organizaciones de usuarios para que los regantes inicien los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de sus respectivos derechos de aprovechamiento de aguas, su ordenamiento y presentación a la CNR. El borrador de este compromiso fue redactado por TYPSA y entregado a la CNR (a la fecha de entrega de este informe aún no se cuenta con la aprobación del mismo por parte de la CNR).

2. DERECHOS ZONA DE RIEGO

Desde el punto de vista de la administración de los recursos hídricos para riego, el Sistema Longaví se divide en dos áreas diferenciadas:

- ***Primera Sección***: abarca desde el nacimiento del río Longaví en la Cordillera de los Andes, hasta la bocatoma del canal Primera Abajo, situada aproximadamente 4 km aguas arriba del cruce con la Ruta 5 Sur. Esta sección es administrada por la *Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes (JVRL)*.
- ***Segunda Sección***: abarca desde la última bocatoma de la primera sección antes del cruce de la Ruta 5 Sur hasta la confluencia de los ríos Longaví y Loncomilla. Este tramo de la cuenca del río Longaví no dispone de Junta de Vigilancia, siendo principalmente pequeñas Comunidades de aguas y Organizaciones de hecho las que captan aguas del río en esta sección.

La zona de riego que se analiza en este trabajo, corresponde a la Primera Sección del río Longaví.

2.1. JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES

2.1.1. Orígenes y objetivos

La Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes es el órgano gestor de la Primera Sección del Río Longaví. Sus principales funciones son la distribución del recurso entre las bocatomas existentes en su jurisdicción y la administración del Embalse Bullileo.

La JVRL fue conformada por medio del Decreto Supremo N°2.666 de fecha 27 de diciembre de 1957 del Ministerio de Obras Públicas, publicado en Diario Oficial Nº23.962 con fecha 3 de febrero de 1958 y fue constituida legalmente con escritura pública de fecha 4 de junio de 1958. La constitución de la JVRL fue aprobada a tenor de la escritura pública otorgada con fecha 20 de agosto de 1957 ante el notario público de Santiago, Don Luis Azocar Álvarez. El 15 de septiembre de 1978, la JVRL recibe la administración del Embalse Bullileo.

Actualmente, las principales funciones de la JVRL son las siguientes:

- Administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales sobre los cuales ejerce competencia.
- Administrar, explotar y conservar el "Embalse Bullileo" y sus obras anexas.
- Explotar y conservar las infraestructuras de aprovechamiento común.
- Construir y/o realizar nuevas obras relacionadas con su objeto o mejorar las existentes, con las autorizaciones y permisos que exige la legislación vigente.

2.1.2. Organización interna

En la Junta de Vigilancia del Río Longaví se congregan 39 comunidades de aguas. No obstante según información de la propia JVRL, únicamente son 32 comunidades las que actualmente toman parte activa en forma de voto durante sus asambleas, juntas y reuniones.

La Junta de Vigilancia del Río Longaví nace como Asociación de Canalistas del Río Longaví el 26 de marzo de 1929. Un año antes, en abril de 1928, don Dionisio Retamal terminó el primer estudio del embalse de regulación de aguas para riego, pensado para 32.000 ha y quedando otras 34.000 ha de rulo. La crisis mundial o "Gran Depresión del año 1929 paralizó los trabajos hasta el año 1938 y un año más tarde el terremoto de Chillán detuvo nuevamente la construcción, que se reinició en el año 1942, hasta terminar en el año 1949. En 1952, con la llegada del administrador Amleto Coda, se inicia la explotación del gran sistema de riego del embalse Bullileo.

El Embalse de Bullileo fue solicitado por los regantes con el compromiso de pagar su construcción, valores que fueron pagados en su totalidad. De esta manera la Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes recibe la administración del Embalse el 15 de septiembre de 1978.

La distribución de las aguas del río Longaví desde su inicio exigió formar una oficina de administración, la cual fue creciendo a medida de las necesidades. Los regantes formaron una directiva (que trabajó gratuitamente) y se contrató secretaria y celadores, quienes quedaron bajo la dirección del Administrador Fiscal del Embalse. Con el tiempo, al aumentar el interés de los regantes se profesionaliza el sistema administrativo.

La jurisdicción de la Junta de Vigilancia del Río Longaví es la administración del Embalse de Bullileo y la entrega de agua a **32 canales asociados en 20 bocatomas**. Todas las bocatomas tienen compuertas de regulación y aforadores, dotadas con reglilla de altura limnimétrica para el control del caudal, que es calculado y entregado a los interesados en planillas según la dotación del río.

La Asamblea de Regantes elige 7 directores que están dos años en el cargo y son elegidos en forma alternada 3 y 4 directores cada año, de esta forma no se pierde continuidad en la mesa directiva. Los directores designan presidente y los cargos propios, de acuerdo a la antigüedad como directores, quedando un director de turno mensual, que actúa ante la ausencia del presidente y/o gerente.

La JVRL cuenta con un directorio conformado por un presidente, un vicepresidente y 5 directores, como indica la Tabla 2.1-1.

Tabla 2.1-1 Conformación Directorio JVRL

Presidente	Máximo Correa Ossa
Vicepresidente	Juan Poblete Poblete
1° Director	Emilio Sarah Gidi
Director	Herman Parada Luncumilla
Director	José Ortega Hernández
Director	Juan Cutiño Almuna
Director	Juan Eduardo González Mathiesen

Fuente: Memoria Anual 2012-2013, JVRL

A nivel ejecutivo, la JVRL posee un Gerente, Don Lisandro Farías, el cual coordina al personal operativo, con una oficina principal en la calle Dieciocho nº580, de la ciudad de Parral (Fono-fax +56 73 246 2676), y otra segunda oficina en la localidad de Longaví (fono-fax +56 73 241 1331).

Tabla 2.1-2 Personal Operativo JVRL

Gerente y Secretario del Directorio	Lisandro Farías Osses
Secretaria Departamento Finanzas	Joselyn Alexandra Gutiérrez Zúñiga
Secretaria General	Jeannette del Carmen Troncoso Bravo
Auxiliar Oficina Parral	Marisol Beatriz Cisterna Monjes
Secretaria Oficina Longaví	Carmen Gloria Cerda Reyes
Administrador Embalse Bullileo	Juvenal Gaspar Correa Rubio
Celador lado norte	Jorge Antonio Muñoz Fuentealba
Celador lado sur	José Antonio López Muñoz
Operario Embalse Bullileo	Daniel Antonio Fuentes Méndez
Operario Embalse Bullileo	Camilo Andrés Inostroza Villalobos
Operario Embalse Bullileo	Juan Gonzalo Fuentes Méndez

Fuente: Memoria Anual 2012-2013, JVRL

El Presidente de la Junta de Vigilancia es el responsable de organizar los trabajos de todos los estamentos, llegando hasta los celadores, trabajadores que inicialmente debían contar con caballo para el desempeño de su labor. Al estar las bocatomas distribuidas a cada lado del río, en forma alternada y distante una de otra los celadores deben viajar con equipo de radio para estar en permanente contacto con el Administrador, intercambiando consultas o preguntas referentes al trabajo. Además el celador aprovecha de comunicarse con los encargados de cada canal.

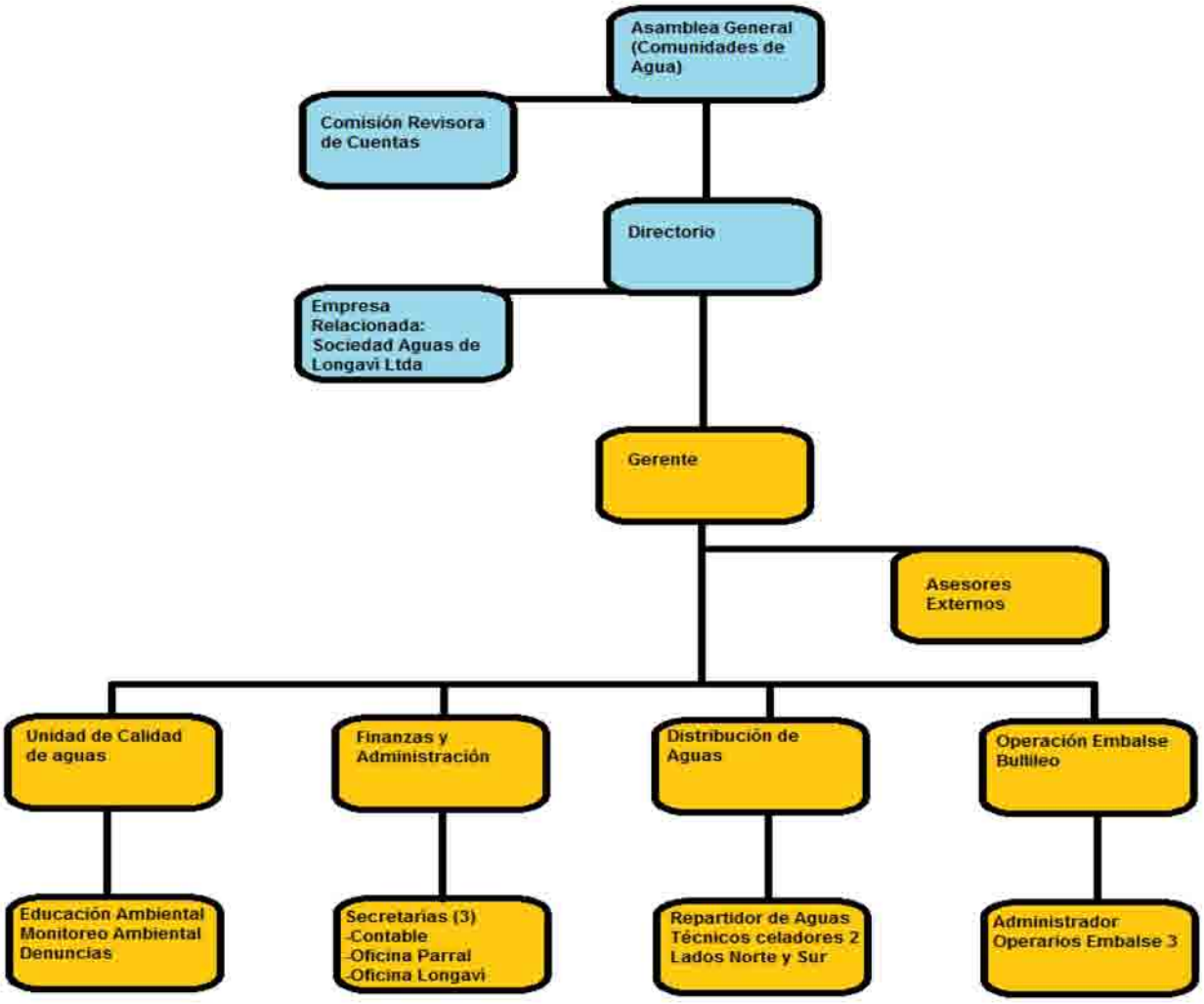
Dentro de los objetivos de la Junta de Vigilancia está la entrega de agua de riego en forma oportuna, vigilando la calidad del agua con exámenes y análisis con organismos oficiales, lo que permitió formar un banco de estadísticas para posteriores estudios. Además se apoyan campañas en colegios rurales con el fin de inculcar en alumnos la necesidad de cuidar el agua.

También se apoya a las directivas de canales concurriendo a reuniones previa invitación. Se cuenta con una oficina de acercamiento en Longaví, para atender en forma expedita al sector. Ésta cuenta con secretaria y visita de Directores y personal de Parral en días preestablecidos.

Se ha logrado tener un intercambio entre los directivos y personal de la Junta de Vigilancia con los regantes, el cual ha sido exitoso. Con el tiempo las visitas de regantes por consulta de diferentes aspectos a las oficinas de la Junta se ha hecho permanentes y diarias, por su parte las asistencias a reuniones ordinarias y extraordinarias son casi completas, sólo faltan los regantes que realmente tienen otras labores impostergables, lo mismo se refleja en el pago de cuotas, existe una morosidad muy baja.

Antiguos anhelos de los regantes son contar con dotación más alta de agua de riego y lograr un segundo embalse en la cuenca del Longaví. El presupuesto anual ordinario, en el período 2013-2014 fue de 195,5 millones de pesos. A continuación se presenta el organigrama de la JVRL.

Figura 2.1-1 Organigrama JVRL



Fuente: Memoria Anual 2012-2013, JVRL

Los canalistas congregados en la Junta de Vigilancia son los siguientes:

1. Canal PRIMERA ARRIBA..... Presidente: Jesús Castillo Parada
2. Canal PRIMERA ABAJO ..... Presidente: Cecilio Guzmán Cisterna
3. Canal LAS MERCEDES..... Presidente: Mario Sanhueza V.
4. Canal ROSAS-LA PIEDAD ..... Presidente: Jaime Benavente Palma
5. Canal TERCERA-ENCANTO..... Presidente: Sergio Tapia González
6. Canal TERCERA-MAITENES..... Presidente: Luis Ortega A.
7. Canal LA TERCERA ..... Presidente: Joel Vásquez Lastra
8. Canal LA SEXTA EL CARMEN ..... Presidente: Juan Hernández Basualto
9. Canal LA SEXTA..... Presidente: Juan González Alfaro
10. Canal QUINTA ABAJO LOMAS DE LA TERCERA Presidente: Juan Sepúlveda González
11. Canal QUINTA ABAJO ..... Presidente: José Morales Yañez

12. Canal SAN JOSÉ..... Presidente: Herman Parada Luncumilla
13. Canal QUINTA ALTO B..... Presidente: Luis Espinoza Agurto
14. Canal QUINTA ALTO A..... Presidente: Carlos Cabello González
15. Canal EL CARMEN..... Presidente: Juan Cutiño Almuna
16. Canal COPIHUE..... Presidente: Juan Edo. González Mathiesen
17. Canal SAN IGNACIO ..... Presidente: Emilio Sarah Gidi
18. Canal NOGALES-MEMBRILLO..... Presidente: Emilio Sarah Gidi
19. Canal NOGALES-RETIRO..... Presidente: José Salazar Parra
20. Canal RETIRO..... Presidente: Juan Roberto Escobar S.
21. Canal CARDOS-SANTA CECILIA..... Presidente: Mario Sepúlveda
22. Canal ROBLES VIEJOS..... Presidente: Guillermo Vizcarra Zúñiga
23. Canal ROBLES NUEVOS SANTA DELFINA ..... Presidente: Francisco Uribe Garcés
24. Canal ROBLES NUEVOS SANTA CECILIA ..... Presidente: Ceferino López
25. Canal MOLINO..... Presidente: Emilio Sarah Gidi
26. Canal SAN MARCOS..... Presidente: Ramón Jorquera Suárez
27. Canal SAN NICOLÁS..... Presidente: Juan Poblete Poblete
28. Canal LONGAVÍ ALTO ..... Presidente: Máximo Correa Ossa
29. Canal COMPUERTA Nº 1..... Presidente: Miguel Contreras Alfaro
30. Canal COMPUERTA Nº 2 ..... Presidente: Flavio Ortega
31. Canal COMPUERTA Nº 3..... Presidente : Flavio Ortega
32. Canal URRUTIANO ..... Presidente: Luis Alberto Alcaíno
33. Canal VILLA ROSA ..... Presidente: Jorge Urrutia del Rio
34. Canal MUNICIPAL..... Presidente: Juan Fuentes Tejos
35. Canal PORVENIR ..... Presidente: Luis Retamal Muñoz
36. Canal SANTA MARTA..... Presidente: Rodrigo Sepúlveda Martínez
37. Canal MAITENES-CUÑAO..... Presidente: Mauricio Acevedo Pedreros
38. Canal LUCERO..... Presidente: Humberto Romero Quiróz
39. Canal MAITENES..... ..... Presidente: Amador Cortés Gajardo

2.1.3. Distribución de derechos de agua

La JVRL está encargada de distribuir los recursos del río en **20.920 acciones**, que constituyen partes alícuotas de derecho de aprovechamiento, de ejercicio permanente y continuo. Si se considera que la expresión máxima de una acción corresponde a **1,5 l/s**, el caudal total acumulado que administra la JVRL es de **31.380 l/s** de ejercicio permanente y continuo, además de un caudal de **38.620 l/s** de ejercicio eventual y continuo (que incluye 25.000 l/s para el Embalse Digua).

El sistema de riego del río Longaví en su primera sección está constituido por una vasta red de canales matrices, derivados y subderivados, con 18 bocatomas en funcionamiento y 23 canales matrices identificados a lo largo del río; lo anterior sin considerar el canal Santa Marta, que es propiedad de un particular y que posee un derecho arrendado de 3 acciones.

Algunos de los canales matrices poseen sólo una Comunidad de Usuarios, mientras que en otros casos, algunos derivados poseen comunidades independientes. En la Tabla siguiente se entrega el detalle de las acciones de cada Comunidad indicadas en los Estatutos de la JVRL.

Tabla 2.1-3 Derechos de agua por Comunidad de Usuarios, comparativa entre estatutos y vigentes

	Villa Rosa	718,960		1.078,440		895,000	
	Urrutiano - Cardos	359,500		539,250		226,720	
	Porvenir	601,070		901,605		52,850	
Remulcao	Municipal - Población	644,180	2.366,710	966,270	3.550,065	0,000	1.174,570
	Lomas Compuerta Uno	3,000		4,500		0,000	
	Lomas Compuerta Dos	15,000		22,500		0,000	
	Lomas Compuerta Tres	25,000		37,500		0,000	
Longaví Alto	Longaví Alto	2.748,220	2.748,220	4.122,330	4.122,330	2.082,150	2.082,150
Quinta Alto A	Quinta Alto A	616,000	616,000	924,000	924,000	362,360	362,360
San José	San José	687,850	687,850	1.031,775	1.031,775	404,620	404,620
Quinta Alto B	Quinta Alto B	243,300	243,300	364,950	364,950	147,060	147,060
San Marcos	San Marcos	424,960	424,960	637,440	637,440	594,790	594,790
San Nicolás	San Nicolás	1.520,000	1.520,000	2.280,000	2.280,000	520,000	520,000
La Sexta	Derivado El Carmen	180,000	452,850	270,000	679,275	-	1.727,140
	La Sexta	272,850		409,275		-	
	Derivado Maitenes	115,709		173,564		-	
La Tercera	Derivado El Encanto	125,590	615,110	188,385	922,665	-	1.200,000
	La Tercera	373,811		560,717		-	
Quinta Abajo	Derivado Lomas de la Tercera	310,480	584,890	465,720	877,335	-	58,820
	Quinta Abajo	274,410		411,615		-	
Robles Nuevos	Derivado Santa Delfina	368,820	537,190	553,230	805,785	-	1.370,640
	Derivado Santa Cecilia	168,370		252,555		-	
Robles Viejos	Derivado Cardos Santa Cecilia	140,790	805,790	211,185	1.208,685	-	1.281,850
	Robles Viejos	665,000		997,500		-	
	Nogales Retiro	318,500		477,750		-	
Nogales Molino	Derivado Membrillo	325,000	1.718,000	487,500	2.577,000	-	92,900
	Molino	1.074,500		1.611,750		-	
San Ignacio	San Ignacio	538,000	538,000	807,000	807,000	-	32,100
Copihue	Copihue	900,000	900,000	1.350,000	1.350,000	-	50,000
Retiro	Retiro	1.199,900	1.199,900	1.799,850	1.799,850	-	203,300
Las Mercedes	Las Mercedes	1.094,400	1.094,400	1.641,600	1.641,600	-	27,460
Rosas - La Piedad	Rosas - La Piedad	300,000	300,000	450,000	450,000	-	0,000

Primera Arriba	Primera Arriba	647,330	647,330	970,995	970,995	-	2,540
El Carmen	El Carmen	1.011,290	1.011,290	1.516,935	1.516,935	-	1.183,350
	Derivado El Lucero	130,230		195,345		-	
Maitenes	Maitenes	406,900	870,460	610,350	1.305,690	-	1.004,350
	Cuñao - Rosas	333,330		499,995		-	
Primera Abajo	Primera Abajo	1.037,750	1.037,750	1.556,625	1.556,625	-	0,000
Santa Marta	Santa Marta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	TOTAL	**20.920,000**	**20.920,000**	**31.380,000**	**31.380,000**	**-**	**13.520,000**

Fuente: Junta de Vigilancia Río Longaví y sus Afluentes

En la tabla anterior, la suma de derechos eventuales es 13.520 l/s. Falta agregar 100 l/s de derechos eventuales que pertenecen al Canal La Cuarta, inexistente actualmente.

Se estima que en total las 38 comunidades de aguas agrupan aproximadamente a unos 4.000 productores agrarios. En la Lámina 01 se muestra la ubicación de las bocatomas de los canales de la tabla anterior.

Como las acciones son bienes privados transables o arrendables, puede haber variaciones año a año, en cuanto a la distribución de éstas. En la tabla siguiente se entrega una comparación entre los derechos según los estatutos de la JVRL y los derechos vigentes a 15 de febrero de 2014.

Tabla 2.1-4 Derechos de agua por Comunidad de Usuarios, comparativa entre estatutos y vigentes al 15 de febrero de 2014

Remulcao	Villa Rosa	718,960	2.366,710	718,960	2.357,821
	Urrutiano – Cardos	359,500		341,340	
	Porvenir	601,070		610,341	
	Municipal - Población	644,180		644,180	
	Lomas Compuerta Uno	3,000		3,000	
	Lomas Compuerta Dos	15,000		15,000	
	Lomas Compuerta Tres	25,000		25,000	
Longaví Alto	Longaví Alto	2.748,220	2.748,220	2.755,073	2.755,073
Quinta Alto A	Quinta Alto A	616,000	616,000	846,884	846,884
San José	San José	687,850	687,850	699,463	699,463
Quinta Alto B	Quinta Alto B	243,300	243,300	234,520	234,520
San Marcos	San Marcos	424,960	424,960	417,689	417,689
San Nicolás	San Nicolás	1.520,000	1.520,000	1.521,050	1.521,050
La Sexta	Derivado El Carmen	180,000	452,850	178,527	451,377
	La Sexta	272,850		272,850	
La Tercera	Derivado Maitenes	115,709	615,110	115,709	422,460
	Derivado El Encanto	125,590		120,410	
	La Tercera	373,811		186,341	
Quinta Abajo	Derivado Lomas de la Tercera	310,480	584,890	310,480	590,120
	Quinta Abajo	274,410		279,640	
Robles Nuevos	Derivado Santa Delfina	368,820	537,190	419,790	588,160
	Derivado Santa Cecilia	168,370		168,370	
Robles Viejos	Derivado Cardos Santa Cecilia	140,790	805,790	140,790	805,790
	Robles Viejos	665,000		665,000	
Nogales Molino	Nogales Retiro	318,500	1.718,000	318,500	1.707,800
	Derivado Membrillo	325,000		321,800	
	Molino	1.074,500		1.067,500	
San Ignacio	San Ignacio	538,000	538,000	538,000	538,000
Copihue	Copihue	900,000	900,000	900,000	900,000
Retiro	Retiro	1.199,900	1.199,900	1.190,870	1.190,870
Las Mercedes	Las Mercedes	1.094,400	1.094,400	1.013,923	1.013,923

Rosas - La Piedad	Rosas - La Piedad	300,000	300,000	300,000	300,000
Primera Arriba	Primera Arriba	647,330	647,330	621,820	621,820
El Carmen	El Carmen	1.011,290	1.011,290	1.022,290	1.022,290
	Derivado El Lucero	130,230		130,230	
Maitenes	Maitenes	406,900	870,460	406,900	870,460
	Cuñao - Rosas	333,330		333,330	
Primera Abajo	Primera Abajo	1.037,750	1.037,750	1.061,430	1.061,430
Santa Marta	Santa Marta	-	-	3,000	3,000
	TOTAL	**20.920,000**	**20.920,000**	**20.920,000**	**20.920,000**

Fuente: Junta de Vigilancia Río Longaví y sus Afluentes

2.2. OTROS USUARIOS PRIMERA SECCIÓN

2.2.1. Embalse Digua

El Embalse Digua toma agua de los excedentes invernales del río Longaví a través del Canal Alimentador Digua, el que también conduce los caudales para las derivaciones de los canales Remulcao y Longaví Alto, del Sistema Longaví. El Canal Alimentador Digua posee una longitud de 6,00 km y una capacidad de porteo del orden de los 22 m^3/s en la actualidad.

Los derechos de aprovechamiento de aguas que posee el Sistema Digua sobre el río Longaví acumulan ***25.000 l/s de carácter consuntivo, eventual y continuo***, según el Catastro Público de Aguas de la DGA, actualizado a febrero de 2014, perteneciente a la Dirección de Riego de la VII Región.

El ente encargado del Sistema Digua es el Consejo de Administración del Embalse Digua, organismo que funciona como empresa de servicios, sin fines de lucro, dirigida por un directorio conformado por 9 directores de la Organización de Parral y 3 directores de Ñiquén. La jurisdicción de este Consejo comprende la totalidad de las obras mayores (Embalse Digua, Canal Alimentador Digua, Canal Alimentador Perquilauquén Cato, Nudo Hídrico de Remulcao), hasta la entrega de los canales matrices del sistema.

El Embalse Digua posee una capacidad útil de 220 Hm^3. Además del aporte desde el río Longaví, también recibe aportes naturales desde la cuenca del río Cato. El río Perquilauquén aporta agua no directamente al embalse si no que se suma a los desembalses en el llamado Nudo Hidráulico Remulcao.

2.2.2. Otros derechos otorgados

Por otra parte, en la siguiente Tabla se entrega un resumen de los derechos de aprovechamiento concedidos directamente por la DGA-MOP, incluidos los del embalse Digua a nombre de la Dirección de Riego. En dicha tabla se especifica el código DGA, Nombre del Propietario, Tipo de derecho, forma de ejercicio, caudales asignados por mes y lugar de inscripción en CBR. Más detalles en el Anexo 01 y Lámina 02.

Tabla 2.2-1 Catastro Público de Aguas de la DGA, actualizado a febrero 2014, perteneciente a la Dirección de Riego de la VII Región

NR-0703-800001	INVERSIONES Y SERVICIOS SENECA LIMITADA	Consuntivo	Permanente y Continuo	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	l/s	J.de L. Parral
UA-0703-814205	REGINA ELENA C. ZUÑIGA SAN MARTIN	Consuntivo	Permanente y Continuo	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	Acc	J.de L. Parral
ND-0703-1655	DIRECCION DE RIEGO - VII REGION	Consuntivo	Eventual y Continuo	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	l/s	Dirección General de Aguas
NR-0703-800016	JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Consuntivo	Permanente y Continuo	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	l/s	C.B.R. Parral
NR-0703-800023	JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Consuntivo	Permanente y Continuo	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	l/s	C.B.R. Parral
NR-0703-800025	JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Consuntivo	Permanente y Continuo	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	l/s	C.B.R. Parral
UA-0703-814229	IRIS HAMAR GALLEGOS OSSES Y OTROS	Consuntivo	Permanente y Continuo	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	l/s	J.de L. Parral
ND-0703-381	FISCO, DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	Consuntivo	Eventual y Discontinuo	0,00	0,00	0,00	0,00	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	10.000	0,00	l/s	Dirección General de Aguas
UA-0703-814355	BENJAMIN ALBERTO VILLELA BENAVENTE Y OTROS	Consuntivo	Permanente y Continuo	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	l/s	C.B.R. Parral
UA-0703-814355	BENJAMIN ALBERTO VILLELA BENAVENTE Y OTROS	Consuntivo	Eventual y Continuo	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	l/s	C.B.R. Parral

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

2.3. SEGUNDA SECCIÓN

El sistema de riego del río Longaví en su segunda sección está constituido por una red limitada de canales matrices, derivados y subderivados, que consiste en 4 bocatomas y 4 canales matrices identificados a lo largo del río. Únicamente 2 bocatomas y sus respectivos canales se encuentran operativas en la actualidad, esto es, San Francisco y Mantul.

Esta sección no cuenta con junta de vigilancia constituida y presenta un menor nivel organizativo y estructural que la primera sección. Las organizaciones de usuarios de las bocatomas operativas son una organización legalmente constituida según el "Estudio de factibilidad de construcción embalse mejoramiento y ampliación de áreas de riego del sistema río Longaví - EDIC 2002" (S. Francisco) y otra organización de hecho (Mantul).

El resto de posibles organizaciones de usuarios, Comunidad de Aguas San Cristóbal y la organización de usuarios de hecho Benavente, que no disfrutan de riego por diferentes motivos que más adelante se explican, están tratando estructurar sus documentos legales y organización interna; en aras a esclarecer y regularizar su estado legal. Se hace constar que los antecedentes revisados atribuyen estas calificaciones, las cuales se han mantenido en el presente informe puesto que ninguna de estas comunidades ha aportado documentación, que permita esclarecer su situación legal. Dado los documentos legales (detallados en el punto 7.4.5 de este informe):

- Decreto Supremo N°2.666 de 1957, del Ministerio de Obras Públicas.
- Resolución DGA N°1.120 de 1978.

La Junta de Vigilancia de la Primera Sección puede usar el 100% del agua del río Longaví, acción que en la actualidad se ejerce con una captación en la bocatoma del canal Primera Abajo, los excedentes pueden ser derivados al Embalse Digua.

Dado lo anterior los derechos de los canales de la Segunda Sección se consideran de carácter eventual en este estudio, y se estima que son suplidos por los caudales aflorados aguas abajo de la bocatoma del canal Primera Abajo.

A continuación se detallan las características de aquellos canales que se encuentran en funcionamiento en la segunda sección, y ciertas consideraciones respecto al resto de canales identificados.

2.3.1. Características de la Red de Riego de la Segunda Sección

La bocatoma del Canal Mantul es de tipo temporal, mediante captación directa por compuerta admisión en el propio lecho con ayuda de una barrera lateral para el remanso de las aguas. En contraposición, la bocatoma del Canal San Francisco, aunque también temporal realiza una captación gravitacional mediante una obra de desvío o "ataguía" formada por una barrera lateral temporal con material fluvial, que permite la entrada de agua al canal matriz. Durante la inspección en terreno no ha podido ser identificada una posible compuerta de admisión, encontrándose sellado el canal matriz por acopio de materiales fluviales y tierra principalmente. Asimismo, al igual que en la Primera Sección todos los canales matrices requieren cursar por zonas rocosas durante la primera parte de sus recorridos, lo cual, realizan a través de túneles escavados sobre la propia roca sin revestir (tipo "mina").

Por otra parte, se comentan algunas características del resto de canales fuera de operación identificados durante el estudio, cuya época de funcionamiento se remonta entre 15-20 años atrás, variando esta aproximación según los responsables de cada canal y otras fuentes consultadas, no siendo posible obtener una datación conocer un mayor exactitud al respecto hasta el momento.

El canal Benavente se encuentra actualmente en obras de mejora, tanto a nivel de túnel de salida de su canal matriz como a nivel de red de canales, procediéndose en ambos casos a labores de limpieza y acondicionamiento por parte de su directiva provisional.

Respecto al canal San Cristóbal no han sido identificadas obras de mejora en el mismo. Actualmente, este canal no puede acceder a los recursos del río Longaví debido a la variación de su curso, que ha provocado que el punto de acometida de la posible bocatoma se sitúe por encima de la cota del río. Por lo tanto, no es factible ingresar agua al sistema actual sin una mejora previa de su infraestructura, acondicionado una nueva bocatoma y reestructurando el canal de ingreso de aguas. La red de canales presenta mal estado de conservación en la mayor parte de su recorrido, debido a la ausencia de operaciones de mantenimiento y limpieza, por lo que sería necesaria realizar estas operaciones para permitir el paso de agua.

La red de canales matrices y derivados de la segunda sección está construida principalmente en tierra, con secciones variables, siendo puntuales los tramos de la red reformados utilizando hormigón, limitándose principalmente a aquellas realizadas en los cruces con vías públicas y/o salidas de túneles. Las derivaciones hacia los canales secundarios, se realiza y/o realizaba mediante marcos partidores. Estos elementos suelen ser de tipo aguja fija. Por otra parte, se ha identificado que la comunidad de regantes del Canal Mantul posee un tranque de almacenamiento que permite el reparto equitativo de aguas entre dos de sus principales derivados, mejorando una eficiencia que anteriormente no se producía debido a las diferencias de cota entre ambos derivados. La red de distribución de la segunda sección no presenta aforadores en la entrada de sus canales matrices, al no ejercerse ningún tipo de control respecto a las aguas entrantes.

2.3.2. Esquema Unifilar de la Red de Riego de la Segunda Sección

El esquema unifilar que se adjunta a continuación y que detalla las especificaciones de la Segunda Sección ha sido realizado teniendo en cuenta la información extraída de los antecedentes disponibles, y la información recabada tanto en el terreno como en las entrevistas mantenidas durante las visitas al área de estudio.

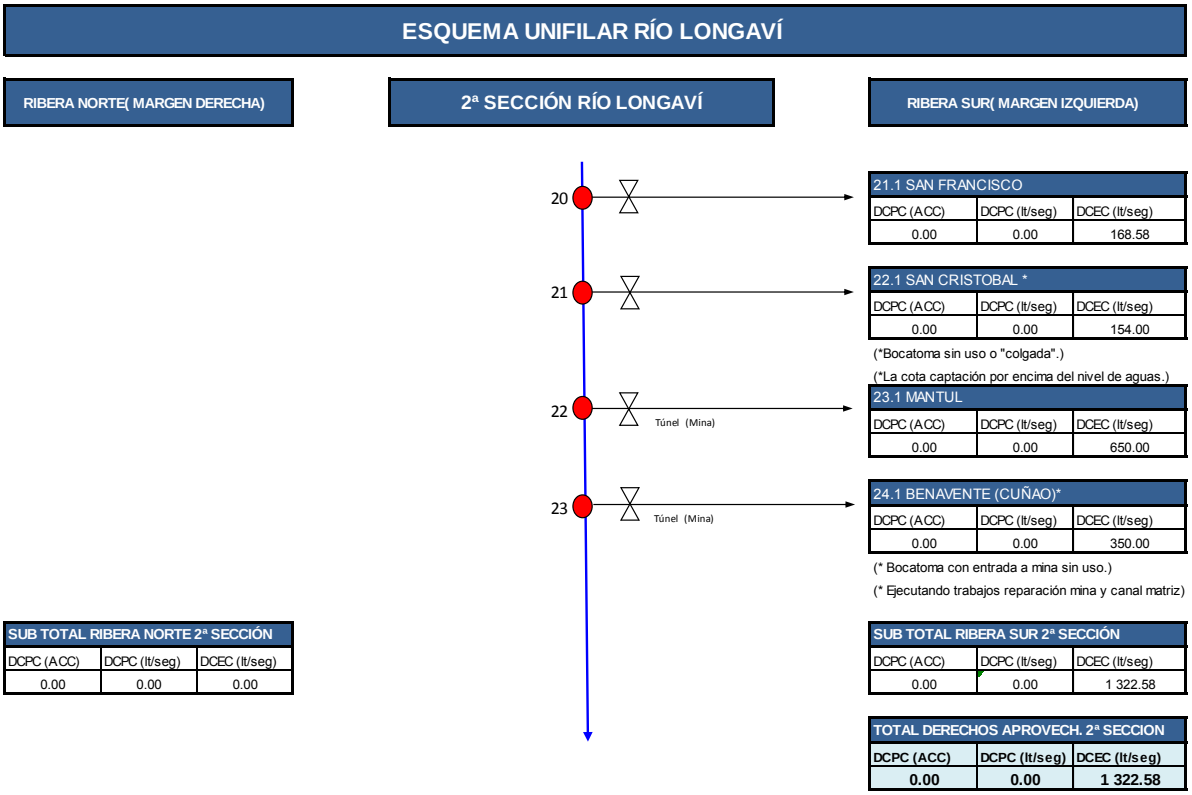


Figura 2.3-1 Diagrama Unifilar Segunda Sección Río Longaví
Fuente: Elaboración Propia

2.3.3. Operación del Sistema río Longaví Segunda Sección

La operación habitual de la Segunda Sección del río Longaví depende exclusivamente del caudal estacional del río Longaví, sus afluentes y esteros que vierten sus aguas en él. Por lo tanto, no existe un control o regulación como tiene lugar en la Primera Sección, es decir, los canales que extraen agua del río acumulan lo que su infraestructura permite. Los caudales máximos se registran al inicio de la campaña de riego entre los meses de septiembre a noviembre y los caudales mínimos hacia su final entre los meses de marzo-abril.

Durante el mes de agosto se realizan las operaciones de limpieza y acondicionamiento de los canales, permitiendo que la red se encuentre apta para el riego durante la temporada.

El reparto de aguas entrantes a la red de canales en el caso del Canal Mantul se realiza conforme a la capacidad de cada canal distribuidor, no existiendo un sistema de turnos para el riego, quedando limitado el recurso por el propio caudal entrante desde la fuente principal, el río Longaví.

2.4. DEMANDAS AGRONÓMICAS Y DERECHOS DE AGUA DE LOS REGANTES BENEFICIADOS

La comparación entre las demandas agronómicas y los derechos de aprovechamiento de aguas en poder de los regantes interesados en el futuro embalse, se realiza con el fin de determinar la suficiencia o insuficiencia de los derechos otorgados, y en este último caso establecer los derechos eventuales en poder del Fisco que sería necesario solicitar, tanto en valor de volumen total anual como en valores medios mensuales.

La Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, tiene derechos de uso consuntivo, que acumulan 166 hm^3/año, de ejercicio eventual y continuo. Estos derechos están aprobados por la Resolución DGA Nº 853, del 30-09-

2002, y el punto de captación se sitúa a 1.100 m aguas abajo de la confluencia del río Bullileo con el río Longaví, en las coordenadas 279.372 m Este, 5.988.128 m Norte (WGS84, Huso 19S). Estos derechos, podrían ser utilizados para el futuro embalse objeto del presente Estudio, solicitando el correspondiente cambio del punto de captación.

El caudal otorgado por derecho es constante y continuo, con la equivalencia de 1,5 l/s por acción. Sin embargo, dada la escasez de recursos hídricos durante el verano, la aplicación práctica del derecho supone reducir el caudal por acción en función de la disponibilidad. Para comparar la demanda agronómica que se quiere satisfacer con el 85% de seguridad (variable mensualmente) frente a los derechos que ostentan los regantes, éstos deben ser considerados respecto a la disponibilidad real de caudales en el río en la actualidad.

Si se considera que la JVRL posee una cantidad de 20.920 acciones de carácter consuntivo, permanente y continuo, con una equivalencia máxima de 1,5 l/s por acción, el caudal máximo por derecho a utilizar sería de 31.380 l/s.

En la Tabla siguiente se muestran las demandas agronómicas correspondientes a la máxima superficie potencial de riego, que como puede apreciarse, superan el máximo caudal de los derechos de aguas en los meses de máxima demanda (diciembre, enero).

Tabla 2.4-1 Comparación entre derechos de aprovechamiento de aguas del proyecto con distribución anual según demandas agronómicas y demandas agronómicas máximas

1	12.003	0	0	0	0	1	4.469	10.679	14.219	13.453	11.524	6.679	1.881
2	10.002	0	0	0	0	0	3.672	9.392	13.223	13.072	11.280	6.233	1.603
3	3.953	0	0	0	0	0	1.182	3.240	4.702	4.849	4.300	2.327	494
4	4.169	0	0	0	0	2	994	2.888	4.527	4.769	4.261	1.957	460
Total	**30.126**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**10.316**	**26.199**	**36.671**	**36.143**	**31.365**	**17.195**	**4.439**

Fuente: Elaboración propia

3. DERECHOS ZONA DE EMBALSES

3.1. DERECHOS NO CONSUNTIVOS

En la Lámina 04 se incluye la ubicación en planta de los derechos de aguas no consuntivos. De todos los derechos no consuntivos, únicamente interfieren con las soluciones de embalse:

- Aquellos cuyos puntos de toma está antes del muro y su punto de devolución aguas abajo de éste.
- Aquellos que tuvieran situado su punto de toma o de entrega en la zona que resultaría inundada por el embalse.
- Aquellos que se ubican aguas abajo de cada muro.

Se ha analizado la ubicación de los derechos no consuntivos existentes en el río Longaví, tanto de su punto de captación como el de restitución, de forma que se puede conocer la posible afección al recurso hídrico disponible en los diferentes puntos de interés, y más concretamente el recurso disponible para su regulación según la solución de embalse considerada.

Las tablas siguientes relacionan los derechos no consuntivos (ejercicio permanente o eventual) existentes en la zona de estudio, con sus coordenadas de captación y restitución del recurso:

Tabla 3.1-1 Derechos no consuntivos, Zona Embalses

ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Event.	Cont.	44.500	5.985.623	288.515	5.987.923	284.415
ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Event.	Cont.	27.508	5.987.863	279.065	5.986.723	273.315
ND-0703-5436	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Rio Los Baños	Event.	Cont.	1.867	5.971.821	302.230	5.971.848	299.165
ND-0703-5440	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Ortega	Event.	Cont.	982	5.968.623	298.135	5.971.726	299.025
ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Villalobos	Event.	Cont.	1.579	5.976.723	296.815	5.978.048	294.095
ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Molino	Event.	Cont.	687	5.979.623	295.357	5.980.288	293.415
ND-0703-5437	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Cieneguilla	Event.	DisCont.	892	5.971.623	294.625	5.974.893	295.065
ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Rio Blanco	Event.	Cont.	7.188	5.986.623	296.765	5.984.123	290.815
ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Event.	DisCont.	1.117	5.987.278	286.990	5.987.073	280.115
ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Rio Matadero	Event.	Cont.	4.926	5.974.773	296.215	5.978.123	293.965

ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Event.	Cont.	2.967	5.974.223	295.265	5.978.123	293.965
ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Blanco	Event.	Cont.	7.188	5.986.623	296.765	5.984.123	290.815
ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Event.	DisCont.	6.292	5.978.623	293.565	5.983.623	290.235
ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Event.	Cont.	10.658	5.984.093	289.915	5.985.223	288.815
ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Event.	DisCont.	8.958	5.985.428	288.645	5.987.064	280.122
ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Event.	DisCont.	7.508	5.987.793	283.815	5.987.623	275.585
ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Bullileo	Event.	Cont.	6.142	5.980.942	283.350	5.986.827	280.300
ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Event.	DisCont.	7.658	5.987.810	279.139	5.987.253	275.500
ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Perm.	Cont.	14.883	5.985.623	288.515	5.987.923	284.415
ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Perm.	Cont.	9.625	5.987.863	279.065	5.987.503	275.555
ND-0703-5436	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Rio Los Baños	Perm.	Cont.	883	5.971.821	302.230	5.971.848	299.165
ND-0703-5440	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Ortega	Perm.	Cont.	468	5.968.623	298.135	5.971.726	299.025
ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Villalobos	Perm.	Cont.	554	5.976.723	296.815	5.978.048	294.095
ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Molino	Perm.	Cont.	361	5.979.623	295.357	5.980.288	293.415
ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Rio Blanco	Perm.	Cont.	921	5.986.623	296.765	5.984.123	290.815

ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Perm.	DisCont.	42	5.987.278	286.990	5.987.073	280.115
ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Rio Matadero	Perm.	Cont.	1.982	5.974.773	296.215	5.978.123	293.965
ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Perm.	Cont.	878	5.974.223	295.265	5.978.123	293.965
ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Blanco	Perm.	Cont.	941	5.986.623	296.765	5.984.123	290.815
ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Perm.	Cont.	17.717	5.978.623	293.565	5.983.623	290.235
ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Perm.	Cont.	9.475	5.984.093	289.915	5.985.223	288.815
ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Perm.	DisCont.	2.000	5.985.428	288.645	5.987.064	280.122
ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Bullileo	Perm.	Cont.	2.992	5.980.942	283.350	5.986.827	280.300
ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Perm.	Cont.	1.133	5.987.810	279.139	5.987.253	275.500

Datum WGS 84, Huso 19 S

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

En la tabla 3.1-2 se entrega un resumen de la tabla 3.1-1.

Tabla 3.1-2 Resumen derechos no consuntivos, Zona Embalses

Permanente	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Continuo	14.883
	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Continuo	9.625
		Estero Molino	Continuo	361
	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Ortega	Continuo	468
		Estero Villalobos	Continuo	554
		Rio Los Baños	Continuo	883
	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Rio Blanco	Continuo	921
	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Discontinuo	42
	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Continuo	878
		Rio Matadero	Continuo	1.982
		Rio Blanco	Continuo	941
	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Bullileo	Continuo	2.992
		Rio Longaví	Continuo	28.325
		Rio Longaví	Discontinuo	2.000
	TOTAL PERMANENTES			**64.854**
Eventual	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Continuo	44.500
	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Continuo	27.508
		Estero Cieneguilla	Discontinuo	892
	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Molino	Continuo	687
		Estero Ortega	Continuo	982
		Estero Villalobos	Continuo	1.579
		Rio Los Baños	Continuo	1.867
	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Rio Blanco	Continuo	7.188
	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Discontinuo	1.117
	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Continuo	2.967
		Rio Matadero	Continuo	4.926
		Rio Blanco	Continuo	7.188
	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Bullileo	Continuo	6.142
		Rio Longaví	Continuo	10.658
		Rio Longaví	Discontinuo	30.417
	TOTAL EVENTUALES			**148.616**

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

Del resumen de derechos no consuntivos mostrado en la Tabla 3.1-2 se observa:

- Se ha detectado que en el Catastro Público de Aguas de la DGA, derechos calificados como continuos, con valores variables mensualmente. Estos derechos deberían estar calificados como discontinuos.
- La JVRL (o también llamada Sociedad Administradora de Recursos Hídricos Aguas del Longaví Ltda.) posee 30.325 l/s y 41.075 l/s (promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente en el río Longaví.
- Según el Catastro Público de Aguas de la DGA, el señor Alfredo Rock Tarud posee 14.883 l/s y 44.500 l/s (promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente en el río Longaví. El señor Tarud, renunció a estos derechos, según se detalla en el acápite 7.4 de este informe.
- El resto de privados con derechos no consuntivos en el río Longaví suman 9.667 l/s y 28.625 l/s (promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente.

3.1.1. Derechos no consuntivos, captados aguas arriba y restituidos aguas abajo de muros

A continuación se detallan los derechos no consuntivos, captados antes y restituidos después de los emplazamientos propuestos en cada una de las tres alternativas. En el set de Láminas 04 se pueden observar la ubicación de los derechos en relación a las zonas de inundación máxima de los embalses.

- **Los Laureles**

Se observa que 10.958 l/s (caudal promedio anual) pertenecen a la Sociedad Administradora de Recursos Hídricos Aguas del Longaví Ltda. La señora María Paulina Jensen Maino posee una cantidad de 1.159 l/s (caudal promedio anual).

Tabla 3.1-3 Derechos captados aguas arriba y restituidos aguas abajo Los Laureles

26-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Discontinuo	2.000
27-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	8.958
30-Cap	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Permanente	Discontinuo	42
31-Cap	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	1.117

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

- **Cuesta Lara**

Esta alternativa, tanto en su versión sin o con collado, no presenta derechos que sean captados aguas arriba y restituidos aguas abajo de la ubicación del muro del embalse.

- **El Mañío**

Se observa que la Sociedad Administradora de Recursos Hídricos Aguas del Longaví Ltda. posee 24.009 l/s (caudal promedio anual) de derechos que son captados aguas arriba y restituidos aguas abajo de la alternativa El Mañío.

Tabla 3.1-4 Derechos captados aguas arriba y restituidos aguas abajo El Mañío

18-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	17.717
19-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	6.292

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

3.1.2. Derechos no consuntivos, con punto de captación o restitución inundado

A continuación se detallan los derechos no consuntivos, cuyo punto de captación y/o restitución se encuentra dentro del área máxima de inundación para cada una de las tres alternativas.
Aquellos derechos cuyo punto de captación son inundados y el de restitución se encuentra aguas abajo del muro, no se cuentan, pues son considerados en el punto 3.1.1.
En el set de Láminas 04 se pueden observar la ubicación de los derechos en relación a las zonas de inundación máxima de los embalses.

- **Los Laureles**

En la Tabla 3.1-5 se observa que la JVRL posee captaciones inundadas par un valor de 31.091 l/s y restituciones inundadas por un valor de 60.380 l/s.
Aunque en el registro aparecen tanto captaciones como restituciones a nombre del señor Alfredo Rock Tarud, estos derechos ya no son válidos, según se detalla en el capítulo 4.4 de este informe.

Tabla 3.1-5 Derechos con punto de captación o restitución inundado, Los Laureles

Captación	23-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	Permanente y Continuo	9.475
Captación	24-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Continuo	Eventual y Continuo	10.658
Captación	26-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Discontinuo	Permanente y Discontinuo	2.000
Captación	27-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	Eventual y Discontinuo	8.958
Captación	28-Cap	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Permanente	Continuo	Permanente y Continuo	14.883
Captación	29-Cap	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Eventual	Continuo	Eventual y Continuo	44.500
Restitución	7-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Blanco	Permanente	Continuo	Permanente y Continuo	941
Restitución	8-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Blanco	Eventual	Continuo	Eventual y Continuo	7.188
Restitución	9-Res	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Rio Blanco	Permanente	Continuo	Permanente y Continuo	921
Restitución	10-Res	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Rio Blanco	Eventual	Continuo	Eventual y Continuo	7.188
Restitución	18-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	Permanente y Continuo	17.717
Restitución	19-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	Eventual y Discontinuo	6.292
Restitución	23-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	Permanente y Continuo	9.475
Restitución	24-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Continuo	Eventual y Continuo	10.658
Restitución	28-Res	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Permanente	Continuo	Permanente y Continuo	14.883
Restitución	29-Res	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Eventual	Continuo	Eventual y Continuo	44.500

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

- **Cuesta Lara**

Los puntos de captación dentro del área de inundación máxima de la alternativa Cuesta Lara son de propiedad de la JVRL por un monto total de 24.009 l/s (caudal promedio anual).

Los puntos de restitución ubicados dentro del área de inundación máxima de la alternativa Cuesta Lara pertenecen a Carlos Benavente por 3.181 l/s, RP Global Chile Energías Renovables S.A. por 10.753 l/s y la JVRL por 24.009 l/s, todos caudales medios anuales.

Tabla 3.1-6 Derechos con punto de captación o restitución inundado, Cuesta Lara

Captación	18-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	17.717
Captación	19-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	6.292
Restitución	5-Res	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Villalobos	Permanente	Continuo	554
Restitución	6-Res	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Villalobos	Eventual	Continuo	1.579
Restitución	11-Res	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Rio Matadero	Permanente	Continuo	1.982
Restitución	12-Res	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Rio Matadero	Eventual	Continuo	4.926
Restitución	13-Res	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Molino	Permanente	Continuo	361
Restitución	14-Res	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Molino	Eventual	Continuo	687
Restitución	15-Res	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Permanente	Continuo	878
Restitución	16-Res	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Eventual	Continuo	2.967
Restitución	18-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	17.717
Restitución	19-Res	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	6.292

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

El análisis anterior se realizó considerando una cota de coronación de 750 m s.n.m.

Dado que varios puntos de restitución (5-Res; 6-Res; 11-Res; 12-Res; 15-Res; y 16-Res) son afectados en la cola del embalse, se recomienda limitar la altura de coronamiento a 730 m s.n.m.

- **El Mañío**

Los puntos de restitución ubicados dentro del área de inundación máxima de la alternativa El Mañío pertenecen a Carlos Benavente por 3.181 l/s y RP Global Chile Energías Renovables S.A. por 10.753 l/s.

Tabla 3.1-7 Derechos con punto de captación o restitución inundado, El Mañío

Restitución	5-Res	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Villalobos	Permanente	Continuo	554
Restitución	6-Res	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Villalobos	Eventual	Continuo	1.579
Restitución	11-Res	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Rio Matadero	Permanente	Continuo	1.982
Restitución	12-Res	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Rio Matadero	Eventual	Continuo	4.926
Restitución	13-Res	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Molino	Permanente	Continuo	361
Restitución	14-Res	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Estero Molino	Eventual	Continuo	687
Restitución	15-Res	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Permanente	Continuo	878
Restitución	16-Res	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Estero Cieneguilla	Eventual	Continuo	2.967

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

El análisis anterior se realizó considerando una cota de coronación de 760 m s.n.m. Dado que varios puntos de restitución (5-Res; 6-Res; 11-Res; 12-Res; 15-Res; y 16-Res) son afectados en la cola del embalse, se recomienda limitar la altura de coronamiento a 730 m s.n.m.

3.1.3. Derechos no consuntivos, ubicados aguas abajo de los muros

A continuación se detallan los derechos no consuntivos en los cuales, tanto su punto de captación como de restitución se encuentra aguas abajo de cada una de las tres alternativas (en el eje del río Longaví).

- **Los Laureles**

La JVRL posee 1.133 l/s y 15.166 l/s (caudal promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente, aguas abajo de Los Laureles. Besalco Energía Renovable S.A. posee 9.625 l/s y 27.508 l/s (caudal promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente, aguas abajo de Los Laureles.

Tabla 3.1-8 Derechos no consuntivos con punto de captación aguas abajo de Los Laureles

42-Cap	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Eventual	Continuo	27.508
35-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	7.508
40-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	7.658
41-Cap	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	9.625
39-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	1.133

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

- **Cuesta Lara**

La JVRL posee 12.608 l/s y 34.782 l/s (caudal promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente, aguas abajo de Cuesta Lara.

Aunque aparecen derechos a nombre del señor Alfredo Rock Tarud, estos derechos ya no son válidos, tal como se detalla en el capítulo 7.4 de este informe.

Otros usuarios poseen 9.667 l/s y 28.625 l/s (caudal promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente, aguas abajo de Los Laureles.

Tabla 3.1-9 Derechos no consuntivos con punto de captación aguas abajo de Cuesta Lara

29-Cap	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Eventual	Continuo	44.500
42-Cap	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Eventual	Continuo	27.508
31-Cap	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	1.117
24-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Continuo	10.658
27-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	8.958
35-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	7.508
40-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	7.658
28-Cap	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Rio Longaví	Permanente	Continuo	14.883
41-Cap	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	9.625
30-Cap	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Rio Longaví	Permanente	Discontinuo	42
23-Cap	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	9.475
26-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Discontinuo	2.000
39-Cap	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	Rio Longaví	Permanente	Continuo	1.133

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

- **El Mañío**

La situación del Mañío es idéntica a la de Cuesta Lara en este aspecto.

3.2. DERECHOS CONSUNTIVOS

Existen derechos consuntivos aguas arriba de los muros. Aunque algunos de ellos se encuentran otorgados en esteros o vertientes aportantes al río Longaví, los recursos que tienen asignados deben ser descontados de los que utilizarán las alternativas de embalse.

En la tabla 3.2-1 se entrega un detalle de los derechos consuntivos otorgados en la parte alta de la cuenca del Longaví.

Tabla 3.2-1 Resumen derechos consuntivos, Zona Embalses

UA-0703-814320	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Estero Los Canelos	Permanente	Continuo	104
UA-0703-814318	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Vertiente sin Nombre	Permanente	Continuo	10
UA-0703-814319	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Vertiente sin Nombre	Permanente	Continuo	10
ND-0703-585	FISCO, DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	Rio Longaví	Eventual	Continuo	5.264
ND-0703-412	JORGE FUENTES VILLALOBOS	Estero Mellico	Eventual	Discontinuo	50
ND-0703-917	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Rio Longaví	Eventual	Discontinuo	2
ND-0703-626	SILVESCO S.A.	Estero Los Canelos	Eventual	Discontinuo	15
ND-0703-466	SILVESCO S.A.	Estero Mellico	Eventual	Discontinuo	15

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

En la tabla 3.2-1 se observa que en general, los valores de los derechos consuntivos en la parte alta de la cuenca son bajos, el Fisco, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas tiene derechos de tipo eventual y continuo de 5.264 l/s (caudal medio anual) cuyo punto de captación se ubica a unos 5,5 km aguas abajo, del lugar de emplazamiento propuesto para la alternativa Los Laureles (ver Lámina 04).

Al ver la relación entre las áreas de inundación máxima de las alternativas y la ubicación de los puntos de captación de los derechos consuntivos, vemos que la única alternativa que podría inundar algún punto de captación de este tipo es Los Laureles, aunque afectando caudales muy pequeños: 2 l/s de la JVRL y 35 l/s de otros (caudal promedio anual).

Tabla 3.2-2 Puntos de captación inundados derechos consuntivos, Los Laureles

22-Cap	ND-0703-917	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Rio Longaví	Eventual y Discontinuo	2
32-Cap	ND-0703-626	SILVESCO S.A.	Estero Los Canelos	Eventual y Discontinuo	15
33-Cap	UA-0703-814318	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Vertiente sin Nombre	Permanente y Continuo	10
34-Cap	UA-0703-814319	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Vertiente sin Nombre	Permanente y Continuo	10

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

4. DIAGNÓSTICO LEGAL

Para obtener la información referente a la situación legal, derechos de agua y Organizaciones de Usuarios en el ámbito del Estudio, se ha actuado de la siguiente manera:

- Manteniendo entrevistas y consultas con sus representantes, recopilando la información que disponen respecto de registros históricos del uso del agua, derechos constituidos, sistemas de distribución del recurso y caudales efectivos captados.
- Revisando los registros de organizaciones de usuarios de aguas del Catastro Público de Aguas de la DGA, obteniendo los antecedentes de las organizaciones de usuarios legalmente constituidas. También se consultaron los libros de Registro de Aguas en los Conservadores de Bienes Raíces de las comunas que abarcan el estudio, con el fin de actualizar la información de registros e inscripciones de nuevas comunidades de agua no inscritas en los registros del CPA de la DGA.
- Recopilando y revisando los antecedentes legales relativos a derechos de aguas en la cuenca del río Longaví.

4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS DERECHOS DE AGUAS

La Asociación de Canalistas de la Primera sección del Longaví, administrada por la Junta de Vigilancia del Río Longaví (JVRL), distribuye actualmente un total de **20.920 acciones** con equivalencia de 1,5 l/s por acción, es decir, administra un caudal total de **31.380 l/s**, de uso consuntivo, ejercicio permanente y continuo, que se distribuye **a través de 18 bocatomas y 23 canales matrices.**

Por la ribera norte o margen derecha, 11 canales, a través de 8 bocatomas, extraen los caudales correspondientes a 6.279,48 acciones, con un caudal equivalente a 9,42 m^3/s. Por la ribera sur o margen izquierda del río Teno 12 canales que a través de 10 bocatomas extraen los caudales correspondientes a 14.640,52 acciones, con un caudal equivalente a 21,96 m^3/s.

El fuerte estiaje del río, que se produce aproximadamente en la primera quincena de enero, variando según el año climático, obliga a la JVRL a controlar la distribución de las aguas en proporción a los derechos. Los caudales de cada canal se fijan estableciendo la altura de agua en los marcos de aforo. A medida que los recursos disminuyen, el caudal por acción se va reduciendo. El mantenimiento de una infraestructura de obras de captación y secciones de aforo, es fundamental para permitir un buen desempeño en la distribución del recurso.

La JVRL está compuesta actualmente por un total de 38 organizaciones de usuarios de aguas, algunas de ellas constituidas legalmente y otras varias actúan como comunidades de hecho. De las 38 organizaciones de usuarios, actualmente 16 tienen registros en la DGA y 13 en el CBR, representando el 62% y 56% respectivamente del total de acciones de la JVRL.

En la figura siguiente, se presenta el diagrama unifilar de distribución de los canales pertenecientes a la Primera Sección del río Longaví, incluyendo el número de acciones asignadas a cada uno de ellos. En la siguiente Tabla, de elaboración propia, se muestran las principales características de los canales que componen la Junta de Vigilancia del río Longaví.

Después se presenta una tabla resumen de las inscripciones en el Conservador de Bienes Raíces y en la DGA de las Organizaciones de Usuarios de Aguas existentes en la cuenca del río Longaví.

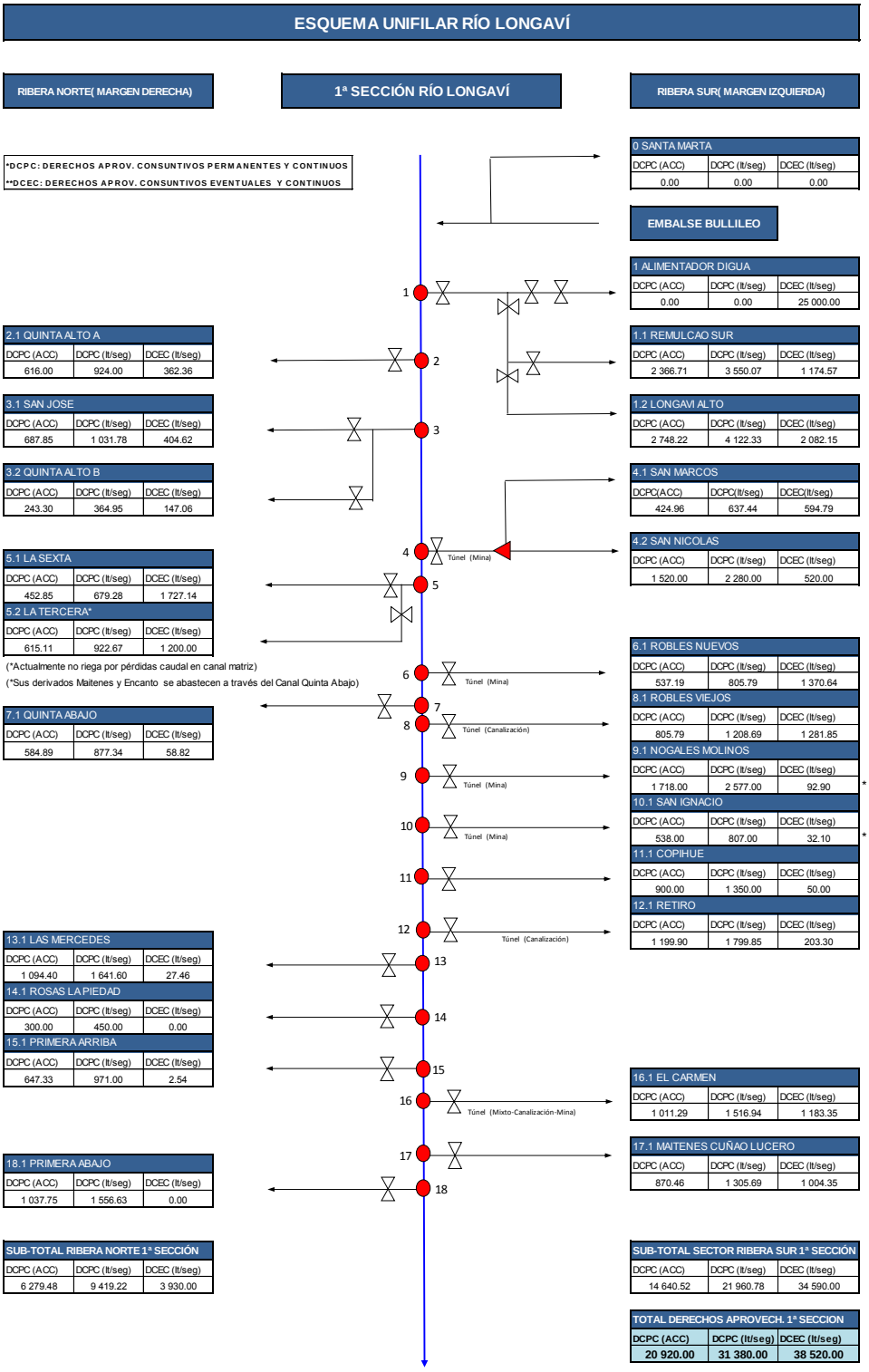


Figura 4.1-1 Diagrama Unifilar Primera Sección Río Longaví

Fuente: Junta de Vigilancia del río Longaví y Elaboración Propia

Tabla 4.1-1 Características de las Comunidades de Usuarios de Agua, de la Junta de Vigilancia del río Longaví

	Villa Rosa	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Urrutiano - Cardos	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Porvenir	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Remulcao	Municipal - Población	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Lomas Compuerta Uno	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Lomas Compuerta Dos	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Lomas Compuerta Tres	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Longaví Alto	Longaví Alto	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Quinta Alto A	Quinta Alto A	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
San José	San José	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Quinta Alto B	Quinta Alto B	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
San Marcos	San Marcos	Sur	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
San Nicolás	San Nicolás	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
La Sexta	Derivado El Carmen	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Matriz La Sexta	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Derivado Maitenes	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
La Tercera	Derivado El Encanto	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
	Matriz La Tercera	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Quinta Abajo	Derivado Lomas de la Tercera	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
	Matriz Quinta Abajo	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
	Matriz Robles Nuevos	Sur	Org. usuarios hecho				No	No
Robles Nuevos	Derivado Santa Delfina	Sur	Org. usuarios hecho	Proc. Legalz	S/I	Si	En Proceso	En Proceso
	Derivado Santa Cecilia	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Robles Viejos	Derivado Cardos Santa Cecilia	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	No	No
	Matriz Robles Viejos	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
	Matriz Nogales	Sur	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
Nogales Molino	Derivado Membrillo	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	No	No
	Derivado Molino	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
San Ignacio	San Ignacio	Sur	Comunidad	Proc. Modif	Proc.	Si	Proc. Modif	Si

			Aguas		Modif			
Copihue	Copihue	Sur	Propietario particular	Legal	Si	Si	Si	Si
Retiro	Retiro	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Las Mercedes	Las Mercedes	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Rosas - La Piedad	Rosas - La Piedad	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Primera Arriba	Primera Arriba	Norte	Org. usuarios hecho	Proc. Legalz	S/I	Si	En Proceso	En Proceso
El Carmen	El Carmen	Sur	Org. usuarios hecho	Proc. Legalz	S/I	Si	En Proceso	En Proceso
	Derivado El Lucero	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	No	No
Maitenes	Matriz Maitenes	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
	Derivado Cuñao - Rosas	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Primera Abajo	Primera Abajo	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Santa Marta	Santa Marta	Sur	Propietario particular	Legal	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración Propia

La información de la tabla anterior resumida, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4.1-2 Resumen Características de las Comunidades de Usuarios de Agua, del a Junta de Vigilancia del río Longaví

Tipo Comunidad	Comunidad de Aguas	13	8
	Organización de Usuarios de Hecho	11	6
	Propietario Particular	2	0
Situación Legal	Legal	12	4
	No legalizado	8	5
	Proceso Modificación	5	5
Inscripción CBR	Si	9	4
	No	12	5
	Proceso Modificación	5	5
Inscripción DGA	Si	12	8
	No	12	5
	Proceso Modificación	2	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.1-3 Resumen Inscripciones

	Villa Rosa	Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
	Urrutiano - Cardos	Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
	Porvenir	Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
Remulcao	Municipal - Población	Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lomas Compuerta Uno	Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lomas Compuerta Dos	Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lomas Compuerta Tres	Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
Longaví Alto	Longaví Alto	Sur	Si	371	300	2003	Si	2976	3119	2002
Quinta Alto A	Quinta Alto A	Norte	Si	S/I	S/I	S/I	Si	1732	2860	1998
San José	San José	Norte	Si	35	50	1988	Sí	2065	2836	1997
Quinta Alto B	Quinta Alto B	Norte	No	-	-	-	Si	1732	2858	1998
San Marcos	San Marcos	Sur	No	-	-	-	Si	97	3103	2002
San Nicolás	San Nicolás	Sur	Si	620	484	2012	Si	3638	3100	2001
La Sexta	Derivado El Carmen	Norte	No	-	-	-	No	-	-	-
	Matriz La Sexta	Norte	No	-	-	-	No	-	-	-
La Tercera	Derivado Maitenes	Norte	No	-	-	-	No	-	-	-
	Derivado El Encanto	Norte	0	-	-	-	No	-	-	-
	Matriz La Tercera	Norte	Si	169	232	1987	Si	3322	2887	1998
Quinta Abajo	Derivado Lomas de la Tercera	Norte	No	-	-	-	No	-	-	-
	Matriz Quinta Abajo	Norte	No	-	-	-	Si	1732	2859	1998
Robles Nuevos	Matriz Robles Nuevos	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
	Derivado Santa Delfina	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
	Derivado Santa Cecilia	Sur	0	-	-	-	No	-	-	-
Robles Viejos	Derivado Cardos Santa Cecilia	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
	Matriz Robles Viejos	Sur	Si	271	202	2011	Si	116	3106	2002
Nogales Molino	Matriz Nogales	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
	Derivado Membrillo	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
	Derivado Molino	Sur	Si	142	79	2005	Si	1977	2913	1999
San Ignacio	San Ignacio	Sur	No	-	-	-	Si	99	3105	2002
Copihue	Copihue	Sur	Si	-	-	-	Si	-	-	-
Retiro	Retiro	Sur	Si	776	536	2009	Si	3637	3099	2001
Las Mercedes	Las Mercedes	Norte	Si	261	479	1989	Si	3322	2886	1998
Rosas - La Piedad	Rosas - La Piedad	Norte	No	-	-	-	No	-	-	-

Primera Arriba	Primera Arriba	Norte	No	-	-	-	No	-	-	-
El Carmen	El Carmen	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
	Derivado El Lucero	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
Maitenes	Matriz Maitenes	Sur	Si	528	360	2005	Si	1666	3188	2005
	Derivado Cuñao - Rosas	Sur	No	-	-	-	No	-	-	-
Primera Abajo	Primera Abajo	Norte	Si	91	187	2009	Si	1906	2910	1999
Santa Marta	Santa Marta	Sur	Si	-	-	-	Si	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó una exhaustiva recopilación de antecedentes de las diferentes comunidades de aguas, los cuales son detallados en la tabla siguiente, y son entregados en el Anexo 04.

Tabla 4.1-4 Información por comunidad de Aguas

		MATRIZ	Sur	Si	regantes, rut, superficie, tiempo	298	Usuarios.xlsx
		Villa Rosa	Sur	Si	regante, roles, rut, número de acciones	42	Usuarios.xlsx
		Urrutiano	Sur	Si	regantes, acciones sector, numero de parcela	134	Usuarios.xlsx
1.1	Remulcao	Porvenir	Sur	Si	regante, roles, rut, número de acciones	252	Usuarios.xlsx
		Municipal	Sur	Si	regante, roles, rut, número de acciones	220	Usuarios.xlsx
		Lomas Compuerta Uno	Sur	Si	nombre	3	Usuarios.xlsx
		Lomas Compuerta Dos	Sur	Si	regantes, rut, superficie, tiempo	18	Usuarios.xlsx
		Lomas Compuerta Tres	Sur	Si	regantes, acciones, tiempo	18	Usuarios.xlsx
1.2	Longaví Alto	Longaví Alto	Sur	Si	regantes, rol, rut, acciones	1310	Estatutos Longaví Alto.pdf; Inscripción CBR Longaví Alto CBR.docx; Listado Usuarios.xls
2.1	Quinta Alto A	Quinta Alto A	Norte	Si	n° parcela, sup, acciones, propietario, rut	71	Estatutos.docx; Reducción a Escritura Pública 2.docx; Reducción a Escritura Pública 1.docx; Resol DGA Nº 1732.docx; Resol DGA.pdf; Usuarios.docx; Vigencia.pdf

3.1	San José	San José	Norte	Si	propietario; parcela; acciones, rol, rut	88	Inscripción CBR San José.docx; Escritura Pública.docx; Usuarios San José.pdf
3.2	Quinta Alto B	Quinta Alto B	Norte	Si	propietario	41	Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Usuarios.docx; Reducc.Escritura Pública.docx; Resol DGA Nº 1732.docx
4.1	San Nicolás	San Nicolás	Sur	Si	propietario, rut, rol, derechos, superficie	137	Estatutos.docx; Inscrip. CBR.docx; Rectificación Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA 3638.docx; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Usuarios.xls; Vigencia.pdf
4.2	San Marcos	San Marcos	Sur	Si	propietario, rut, predio, rol, superficie, acciones	44	Estatutos.docx; Usuarios.pdf; Rectif.de Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública.docx; Resol DGA.pdf; Vigencia.pdf
5.1	La Sexta	MATRIZ	Norte	Si	nombre, parcela, acciones	51	Usuarios.xlsx; Escritura
		Derivado El Carmen	Norte	Si	nombre, rut, parcela, rut, teléfono	57	Usuarios.xlsx
5.2	La Tercera	MATRIZ	Norte	No aplica		0	Inscripción CBR La Tercera.docx; Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública-1.docx; Resol DGA Nº 3322.docx; Resol DGA.pdf; Vigencia.pdf
		Derivado Maitenes	Norte	No Existe		10	
		Derivado El Encanto	Norte	No Existe		8	
		Derivado La Tercera	Norte	SI	nombre, parcela, acciones	63	Usuarios.xlsx
7.1	Quinta Abajo	MATRIZ	Norte	No aplica		0	Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública.docx; Resol DGA Nº 1732.docx; Resol DGA.pdf
6.1	Robles Nuevos	Derivado Lomas de la Tercera	Norte	Si	nombre	17	Usuarios.docx
		MATRIZ	Sur	Si	nombre, rut, predio, acciones	94	Usuarios.docx
		Derivado Santa Delfina	Sur	Si	nombre	1	Usuarios.docx

		Derivado Santa Cecilia	Sur	Si	nombre, rut, derechos, rol	11	Usuarios.xls
8.1	Robles Viejos	MATRIZ	Sur	Si	nombre, predio, acciones	351	Estatutos.docx; Inscrip. CBR.docx; Rectificación Reducc. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Usuarios.docx; Vigencia.pdf
		Derivado Cardos Santa Cecilia	Sur	No Existe			
9.1	Nogales Molino	MATRIZ	Sur	No aplica			Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA.pdf
		Derivado Membrillo	Sur	Si	nombre, acciones	48	Usuarios.xlsx
		Derivado Molino	Sur	Si	nombre, rol superficie, sector, acciones	162	Inscrip. CBR.docx; Usuarios.docx; Vigencia.pdf
10.1	San Ignacio	San Ignacio	Sur	Si	nombre, acciones	34	Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA Nº 99.docx; Resol DGA.pdf; Usuarios.docx; Vigencia.pdf
11.1	Copihue	Copihue	Sur	Si	nombre	1	Usuarios.xlsx
12.1	Retiro	Retiro	Sur	Si	nombre, sector, parcela, acciones	74	Estatutos.docx; Inscripción CBR.pdf; Rectif. Reducc. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA 3637.docx; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Usuarios.xlsx; Vigencia.pdf
13.1	Las Mercedes	Las Mercedes	Norte	Si	nombre, acciones	43	Inscripción CBR Las Mercedes.docx; Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública-1.docx; Resol DGA Nº 3322.docx; Resol DGA.pdf; Usuarios.xlsx; Vigencia.pdf
14.1	Rosas - La Piedad	Rosas - La Piedad	Norte	Si	nombre, sector, acciones	31	Usuarios.xlsx
15.1	Primera Arriba	Primera Arriba	Norte	Si	nombre, rut, sector, acciones, superficie, ROL	357	Usuarios.xlsx

16.1	El Carmen	El Carmen	Sur	Si	nombre, sector, predio, acciones, canal	262	Usuarios.docx
17.1	Maitenes	MATRIZ	Sur	Si	nombre, rut. Rol, acciones, superficie	70	Usuario_Maitenes_Lucero-Cuñao.xls; Estatutos.pdf; Inscrip. CBR.docx; Reducc.Esc.Publica.pdf; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Vigencia.pdf
		Derivado El Lucero	Sur	Si	nombre, rut. Rol, acciones, superficie	35	Usuarios.xlsx
		Derivado Cuñao	Sur	Si	nombre, rut. Rol, acciones, superficie	18	Usuarios.xlsx
18.1	Primera Abajo	Primera Abajo	Norte	Si	nombre, predio, acciones	320	Inscripción CBR-2009.pdf; Inscripción CBR-1995.docx Estatutos.pdf; Reducc.Esc.Publica.pdf; Reducc.Esc. Pública.docx; Resol 1906 DGA.docx; Resol. DGA.pdf; Usuarios.pdf; Vigencia.pdf
0.1	Santa Marta	Santa Marta	Sur	Si	nombre	1	Usuarios.xlsx

Fuente: Elaboración propia

De la información mostrada en la tabla anterior podemos comentar:

- Los regantes que forman parte de las comunidades de la JVRL suman una cantidad de 4.497 usuarios, 3.340 usuarios en la ribera sur (70% de las acciones) y 1.157 usuarios en la ribera norte (30% de las acciones).
- Prácticamente el 100% de los títulos de los derechos de aprovechamiento están expresados en "acciones".
- Se ha hecho un muestreo aleatorio en los CBR de los títulos de derechos de aguas asociados a usuarios, en diferentes comunidades de usurarios de aguas de la JVRL, y más del 90% de estas muestras han sido encontrados en los registros.
- Se debe presumir que los regantes a los cuales las organizaciones de usuarios de aguas les distribuyen y entregan aguas, tienen títulos válidos de derechos de aprovechamiento, puesto que el Código de Aguas dispone que son las Juntas de Vigilancia las responsables de distribuir las aguas en las fuentes naturales, de acuerdo con los títulos de los derechos de aprovechamiento. La situación específica de cada uno de los 4.497 usuarios de la JVRL es muy compleja de dilucidar en esta etapa.

4.2. CATASTRO PÚBLICO DE AGUAS DGA

Con respecto a la información recibida del Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas, en primer lugar cabe destacar, tal como muestra la Tabla 4.2-1, la existencia de 68 expedientes sobre derechos no consuntivos y 19 de derechos consuntivos. En la mayor parte de los expedientes los derechos son de ejercicio permanente y continuo, lo que también se traduce en el caudal respectivo.

Tabla 4.2-1 Número de expedientes según tipo y ejercicio de derecho de agua, CPA-DGA

Consuntivo	3	5	11	0	19
No Consuntivo	24	12	28	4	68
Total	**27**	**17**	**39**	**4**	**87**

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

Hay un alto número de derechos otorgados, de carácter no consuntivo, eventual y continuo. El uso que se le dará a este tipo de derechos corresponde a hidroelectricidad. La distribución mensual de los caudales alcanza el máximo en el mes de junio, lo que coincide con la mayor disponibilidad de agua y la demanda por electricidad. Existe también asociado un valor de 17,6 m^3/s de caudal ecológico sin distribución mensual.

Es necesario hacer notar que una gran cantidad de derechos con diferentes valores de caudales otorgados a nivel mensual, es decir de tipo discontinuos, están calificados en el Catastro como continuos, denotando falencias en el registro.

4.3. SOLICITUDES DE REGULARIZACIÓN Y NUEVAS SOLICITUDES DE OTORGAMIENTO DE DERECHOS

A través de la Ley de Transparencia del Estado, se hizo una solicitud a la DGA con respecto al catastro de solicitudes de regularización de derechos otorgados, así como a cerca de las solicitudes de nuevos derechos de aprovechamiento. En la Tabla 4.3-1 se entrega un resumen de la información recibida. En el Anexo 02 se entrega la totalidad de la información recibida. En el Lámina 05 se observa la ubicación de los puntos de captación.

Tabla 4.3-1 Solicitudes y Regularizaciones de Derechos

ND-0703-5327	CARLOS RICARDO GARDEWEG PEEDE	NC	P/C	06/08/2008	5.987.323	298.615	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	30.000
ND-0703-5327	ENRIQUE FEDERICO GARDEWEG PEEDE	NC	(en blanco)	06/08/2008	5.987.323	298.615	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	30.000
ND-0703-5328	CARLOS RICARDO GARDEWEG PEEDE	NC	P/C	06/08/2008	5.985.323	294.155	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	30.000
ND-0703-5328	ENRIQUE FEDERICO GARDEWEG PEEDE	NC	(en blanco)	06/08/2008	5.985.323	294.155	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	30.000
ND-0703-5365	INVERSIONES Y RENTAS SPA	NC	P/C	25/09/2008	5.987.353	298.865	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	24.000
ND-0703-5438	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	NC	P/C	22/12/2008	5.975.203	294.715	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Cieneguilla	1	6.500

ND-0703-5439	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	NC	P/C	22/12/2008	5.973.468	297.865	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Matadero	1	4.600
ND-0703-5483	MARIA LUISA DEL VILLAR VASQUEZ	NC	P/C	24/04/2009	5.975.023	295.215	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Matadero	1	450
ND-0703-5675	INVERSIONES Y RENTAS SPA	NC	P/C	11/03/2010	5.971.573	299.665	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Los Baños	1	15.000
ND-0703-5676	INVERSIONES Y RENTAS SPA	NC	P/C	11/03/2010	5.971.548	298.865	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Ortega	1	10.000
ND-0703-5679	MARIA JOSE UGALDE PASCUAL	NC	P/C	30/03/2010	5.985.823	296.215	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero sin Nombre	1	15.000
ND-0703-5721	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	NC	P/C	19/08/2010	5.971.573	299.665	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Los Baños	1	15.000
ND-0703-5721	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	NC	P/C	19/08/2010	5.971.548	298.865	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Estero Ortega	2	10.000
ND-0703-5721	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	NC	P/C	19/08/2010	5.985.823	296.215	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero sin Nombre	3	15.000
ND-0703-5789	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	03/03/2011	5.985.608	288.500	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	130.000
ND-0703-5793	CHILQUINTA ENERGÍA S.A.	NC	P/D	25/03/2011	*	*	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	0
ND-0703-5793	CHILQUINTA ENERGÍA S.A.	NC	E/C	25/03/2011	*	*	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	0
ND-0703-5793	CHILQUINTA ENERGÍA S.A.	NC	(en blanco)	25/03/2011	*	*	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	13.050
ND-0703-5818	ASTURIANA DE INVERSIONES LIMITADA	C	P/C	22/07/2011	6.032.112	244.728	P-REG	(en blanco)	Rio Loncomilla	1	1.500
ND-0703-5872	GUSTAVO NICANOR BENAVENTE ZAÑARTU	C	P/C	02/11/2011	6.011.720	258.189	P-REG	(en blanco)	Estero Llollinco-Longaví	1	45
ND-0703-5873	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	21/10/2011	5.974.973	294.965	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Cieneguilla	1	50.000
ND-0703-5874	GUSTAVO ADOLFO BENAVENTE VERGARA	C	P/C	02/11/2011	6.023.538	250.994	P-REG	(en blanco)	Rio Longaví	1	48
ND-0703-5896	INVERSIONES E INMOBILIARIA SANTA EUGENIA S.A.	C	P/C	30/11/2011	6.017.675	254.955	P-REG	Otros Usos	Estero Llollinco-Longaví	1	30

ND-0703-5932	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	08/02/2012	5.987.123	301.415	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	20.000
ND-0703-5933	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	08/02/2012	5.989.123	300.415	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Los Bueyes	1	20.000
ND-0703-5934	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	08/02/2012	5.967.323	292.715	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Cieneguilla	1	20.000
ND-0703-5934	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	08/02/2012	5.971.623	294.625	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Cieneguilla	2	20.000
ND-0703-5935	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	08/02/2012	5.970.923	304.565	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Los Baños	1	20.000
ND-0703-5935	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	08/02/2012	5.971.823	302.215	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Los Baños	2	20.000
ND-0703-5936	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	08/02/2012	5.973.468	297.865	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Matadero	1	20.000
ND-0703-5979	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	17/05/2012	5.987.128	301.455	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	20.000
ND-0703-5980	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	17/05/2012	5.971.803	302.280	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Los Baños	1	20.000
ND-0703-5981	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	17/05/2012	5.970.903	304.615	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Los Baños	1	20.000
ND-0703-5982	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	17/05/2012	5.967.293	292.685	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Cieneguilla	1	20.000
ND-0703-5983	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	17/05/2012	5.971.623	294.675	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Cieneguilla	1	20.000
ND-0703-5984	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	17/05/2012	5.973.463	297.905	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Matadero	1	20.000
ND-0703-5985	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	NC	P/C	17/05/2012	5.989.153	300.485	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Estero Los Bueyes	1	20.000
ND-0703-5986	CECILIA ALEJANDRA POBLETE MONARDES	NC	P/C	30/05/2012	5.988.778	299.565	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Estero sin Nombre	1	2.000
ND-0703-5986	CECILIA ALEJANDRA POBLETE MONARDES	NC	P/C	30/05/2012	5.988.648	300.131	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Estero Los Bueyes	2	4.000
ND-0703-5986	CECILIA ALEJANDRA POBLETE MONARDES	NC	P/C	30/05/2012	5.987.179	301.425	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	3	8.000
ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	NC	E/C	08/01/1996	5.985.623	288.515	P-REG-RRCL-D	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	9	100.000
ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	NC	P/C	08/01/1996	5.985.623	288.515	P-REG-RRCL-D	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	8	60.000
ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	NC	(en blanco)	08/01/1996	5.985.623	288.515	P-REG-RRCL-D	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	8	

ND-0703-6097	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	24/05/2012	*	*	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	(en blanco)	1	20.000
ND-0703-6097	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	24/05/2012	*	*	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	(en blanco)	1	20.000
ND-0703-6098	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	NC	P/C	24/05/2012	5.981.823	291.115	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	20.000
ND-0703-6129	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	NC	P/C	19/12/2012	5.988.000	270.870	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	24.000
ND-0703-6131	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	NC	P/C	19/12/2012	5.986.700	273.350	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	24.000
ND-0703-6132	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	NC	P/C	19/12/2012	5.987.750	283.680	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	24.000
ND-0703-6133	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	NC	P/C	19/12/2012	5.987.400	279.550	P-REG-OP	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	24.000
ND-0703-6170	MARIA FRANCISCA MOLINA ARMAS	C	P/C	23/07/2013	5.989.628	279.119	P-REG	(en blanco)	Vertiente sin Nombre	1	10
ND-0703-6216	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	NC	P/C	21/10/2013	5.984.093	289.915	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	80.000
ND-0703-6217	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	NC	P/C	21/10/2013	5.978.623	293.565	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Longaví	1	80.000
ND-0703-6218	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	NC	P/C	21/10/2013	5.986.623	296.765	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	80.000
ND-0703-6219	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	NC	P/C	21/10/2013	5.986.898	298.632	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Blanco	1	80.000
ND-0703-6222	JUAN CARLOS MORAGA SEPULVEDA	NC	P/C	11/11/2013	5.976.915	287.694	P-REG	Piscicultura	Rio Bullileo	1	3.000
ND-0703-6223	JUAN CARLOS MORAGA SEPULVEDA	NC	P/C	11/11/2013	5.977.452	287.732	P-REG	Energía Hidroeléctrica	Rio Bullileo	1	9.000
NR-0703-1361	AGRICOLA CORDILLERA LIMITADA	C	P/C	16/11/2012	5.981.550	294.018	P-REG-OP	(en blanco)	Quebrada de López	1	30
NR-0703-1365	ROSA AMERICA CASTRO BENADO	C	P/C	06/08/2013	*	*	P-REG-OP	Riego	Estero Llollinco-Longaví	1	30

Datum WGS84, Huso 19S - Nomenclatura Sit. Actual: P-REG, Pendiente en Región; OP, Oposición; RRCL, Recurso de reclamación; D, Denegado. Fuente: DGA Región del Maule

De la tabla anterior, se observa que los procesos de regularización en trámite en este momento son sólo 2 (NR-0703-1361 y NR-0703-1365) por sólo 60 l/s y se encuentra pendiente en región.
En cambio, se observa una elevada cantidad de solicitudes nuevos derechos no consuntivos, la mayoría de ellos para uso relacionado a generación hidroeléctrica.

4.4. SITUACIÓN LEGAL DERECHOS ALFREDO ROCK TARUD

Según el Catastro Público de Aguas de la DGA (www.dga.cl febrero 2014), el señor Alfredo Rock Tarud posee 14.883 l/s y 44.500 l/s (promedio anual) de derechos permanentes y eventuales respectivamente en el río Longaví.

Las principales características de estos derechos se señalan a continuación.

Tabla 4.4-1 Características principales derechos Alfredo Rock Tarud

ND-0703-600	No Cons	Perm y Cont	7900	5200	3800	3000	9600	20400	20000	21700	24000	25300	23100	14600	14883	900	C.B.R. Linares	176 VTA.	360	2009
ND-0703-600	No Cons	Event y Cont	15600	8000	5200	25000	85000	89400	90500	53200	40600	50900	38800	31800	44500	900	C.B.R. Linares	176 VTA.	360	2009

Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014

En el Anexo 03 – Documentos Legales, se adjuntan los siguientes documentos:

a. Escritura Pública de Renuncia de Derechos de Aprovechamiento de Aguas. Firmado ante notario público de Talca, Sr Adolfo Pino Parra, con fecha 23 de Septiembre de 2013.

   El Señor Alfredo Rock Tarud mediante este documento, renuncia a los derechos no consuntivos de aguas superficiales y corrientes del río Longaví, que obtuvo por resolución DGA, Región del Maule N° 0001 de fecha 27 de enero de 2009, reducida a escritura pública con fecha 30 de abril de 2009 en la notaría de Talca de don Alfonso Pino Parra, Repertorio N° 576-2009, la que se inscribió en fojas 176 Vuelta N°360, en el Registro de Propiedades de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Linares, el año 2009.

   El señor Tarud renunció tanto a los derechos de tipo Permanentes como Eventuales.

   Se indica que "El renunciante deja constancia que ha efectuado la presente renuncia en razón a que su solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas presentada el año 1996 en el expediente administrativo ND-7-3-600 o ND 703-600 se encuentra plenamente vigente y en actual tramitación acorde lo resuelto por la sentencia de fecha 13 de enero de 2011 dictada por al Excma. Corte Suprema".

   En la Tabla 4.3-1 de derechos en trámite, se observa el expediente citado (ND-703-600) corresponde a derechos no consuntivos con un valor de 100.000 l/s eventuales y 60.000 l/s permanentes en el río Longaví. Se indica además que la solicitud actualmente se encuentra en estado "Pendiente en Región".

b. Inscripción del Derecho de Agua a nombre de Alfredo Rock Tarud, con anotación de renuncia al margen.

4.5. ANÁLISIS DERECHOS SISTEMA DIGUA

El Sistema Digua posee derechos de aprovechamiento consuntivos, eventuales y continuos del río Longaví por un total de 25.000 l/s.

Con el fin de determinar aspectos como la prioridad de este derecho con respecto a otros derechos eventuales, a continuación se enumeran las resoluciones legales más relevantes relacionadas, cada una con los extractos relacionados con el derecho en cuestión. En el Anexo 03 se adjuntan copias de los documentos legales originales.

- **Estatutos "Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes".**

  Según sus propios estatutos, la JVRL fue constituida y aprobada por decreto supremo N°2.666 de 27 de diciembre de 1957, del Ministerio de Obras Públicas.

  En cuanto a los derechos de aprovechamientos utilizados por el Sistema Digua desde el río Longaví, en el Inciso Vigésimo Segundo, Artículo Sexto dice:

  - La Dirección de Obras Hidráulicas posee 25 metros cúbicos por segundo de derechos de aprovechamiento consuntivos, eventuales y continuos.
  - Las aguas que excedan del volumen de cuarenta y cinco mil litros por segundo en el río Longaví, corresponden a la reserva fiscal.
  - "…podrá destinarse a dicho embalse (Digua), parte de los ochenta y cinco mil litros por segundo, sobre los que recaen derechos de aprovechamiento de accionistas de la '*Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes*', a que ya se ha hecho referencia, en las oportunidades en que este volumen no sea totalmente aprovechado por ellos y en aquella parte no utilizada. Para estos efectos, se tendrá como volumen de agua no aprovechado, aquel que sobre aguas abajo del último canal de la sección del río Longaví sometida a dicha Junta de Vigilancia, y siempre que sus respectivos titulares no hubieren dispuesto del mismo en cualquier forma o no soliciten oportunamente que se les distribuya la parte del citado volumen que les corresponda".

- **Resolución DGA N°18, de 21/01/1988**

  Constituye derechos de aprovechamiento consuntivos en los ríos Cato y Longaví, 1° Sección, en favor del Fisco, Dirección de Riego, para el embalse Digua, provincia de Linares, VII Región. Se dice:

  - Se constituyen 25 m^3/s de ejercicio eventual y continuo, en el río Longaví, 1° Sección, de la hoya hidrográfica del río Maule.
  - "Declárese que los derechos que se constituyen por la presente resolución corresponden a los caudales de las reservas a favor del Fisco, Dirección de Riego, efectuadas por el decreto MOP N°2.311 de 1953 y por la resolución DGA N°28 de 1984 en los ríos Longaví, 1° Sección, y Cato, respectivamente.
  - "Declárese que, de acuerdo con lo dispuesto en el Art. 272 del Código de Aguas, el titular del derecho que se constituye por la presente Resolución en el río Longaví, 1° Sección, queda incorporado en la Junta de Vigilancia del río Longaví y sus Afluentes.

- **Decreto Supremo MOP N°2.311, de 15/12/1953**

  Declara reservadas provisionalmente a favor del Fisco, aguas sobrantes de la primera sección del río Longaví.

  "Declárese reservadas provisionalmente a favor del Fisco 25.000 litros por segundo de las aguas sobrantes de la Primera Sección del río Longaví y sus afluentes, comprendida entre la Cordillera de los Andes y el puente del Ferrocarril Central, con el objeto de almacenarlas en el embalse Digua".

  "La presente reserva será sin perjuicios de los derechos legalmente constituidos de ejercicio permanente o eventual en actual uso o ejercicio, y que son los que permiten servir la zona de riego obligatorio fijada por el decreto N° 915, de 18 de mayo de 1953".

- **Decreto MOP N°915, de 18/05/1953**

  Declara en explotación definitiva obras Embalse Bullileo y las entrega a la asociación de canalistas respectiva. Departamento de Riego, MOP.

  "La zona de riego obligatoria del Embalse Bullileo es la fijada por los decretos N° 693 y 796, de fechas 31 de marzo de 1938 y 20 de abril de 1951 respectivamente, del Ministerio de Obras Públicas y Vías de Evacuación".

- **Resolución DGA N°1.120, de 28/07/1978**

  Fija con carácter provisional roles de usuarios y forma de distribución delos canales Digua-Perquilauquén fiscal, y Perquilauquén-Ñiquén del Sistema Embalse Digua.

  En el artículo 4 se enumeran los recursos hídricos disponibles, entre los que se citan:

  - Aguas almacenadas en el Embalse Digua en invierno y primavera, de los aportes de su propia hoya hidrográfica y las captaciones en el río Longaví por el canal alimentador del Embalse.
  - Los recursos de primavera y verano sobrantes en el río Longaví, después de atender la demanda de su propia área de riego.

  El artículo 5 dice "se consideran sobrantes en el río Longaví los caudales que superan los siguientes gastos medidos en la estación Quiriquina":

Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
40	40	45	45	45	45	40	25

- **Resolución DGA N°324, de 13/07/1995**

  Constituye derechos de aprovechamiento de agua superficial y corriente a favor de usuarios del Sistema Embalse Digua, VII Región.

  Con respecto a los derechos del sistema Digua en el río Longaví, se dice:

  En el artículo 4 se enumeran los recursos hídricos disponibles, entre los que se citan:

- "Dejase constancia que los recursos del Sistema Embalse Digua consisten en un volumen anual para una probabilidad de excedencia 85% de 297.617.000 m^3 con cargo a los derechos de aprovechamiento constituidos mediante Resolución DGA N°18 de enero de 1988…".
- "Establécese que los recursos con que cuenta el Sistema Embalse Digua indicados en el punto anterior, corresponden al resultado de la aplicación de las normas de operación existentes en dicho Sistema desde su inicio, el que se encuentra detallado en el informe final del Estudio denominado *'Análisis Operacional del Embalse Digua'* preparado por la Dirección de Riego y la Consultora Ingendesa, en el año 1993".

- **Estudio "Análisis Operacional del Embalse Digua", Ingedesa, 1993.**

  Los antecedentes legales citados en este estudio, relativos a los derechos del Sistema Digua sobre las aguas del río Longaví son:

  - Resolución DGA N°18, de 21/01/1988.
  - Resolución DGA N°1.120, de 28/07/1978.

  Estos dos antecedentes ya fueron comentados en puntos anteriores.

  En el informe se dice también:

  "Condición especial de captación en el río Longaví: El Canal Alimentador puede captar sólo si el caudal en el río Longaví es superior a 4 m^3/s".

  "Demanda del canal Municipal Quillaimo: Son caudales mensuales que son extraídos del canal Alimentador del Embalse Digua en primera prioridad y que corresponden a la demanda de riego del sector municipal Quillaimo, considerado fuera del sistema".

En definitiva, del análisis de los documentos legales antes detallados se puede concluir:

- ***Desde su inicio, el derecho del Sistema Digua sobre el río Longaví ha sido de 25.000 l/s, de carácter eventual.***
- ***La constitución legal de estos derechos se hizo a través de la Resolución DGA N°18, de 21/01/1988.***

4.6. PRIORIZACIÓN DE DERECHOS EVENTUALES

Según el Artículo N°18, Título I del Libro Primero del Código de Aguas:

"…el ejercicio de los derechos eventuales queda subordinado al ejercicio preferente de los derechos de la misma naturaleza otorgados con anterioridad".

Dado lo anterior, a continuación se listan los derechos eventuales otorgados en la cuenca del Longaví Alto y Primera Sección, con su orden de preferencia de acuerdo a las fechas de otorgamiento.

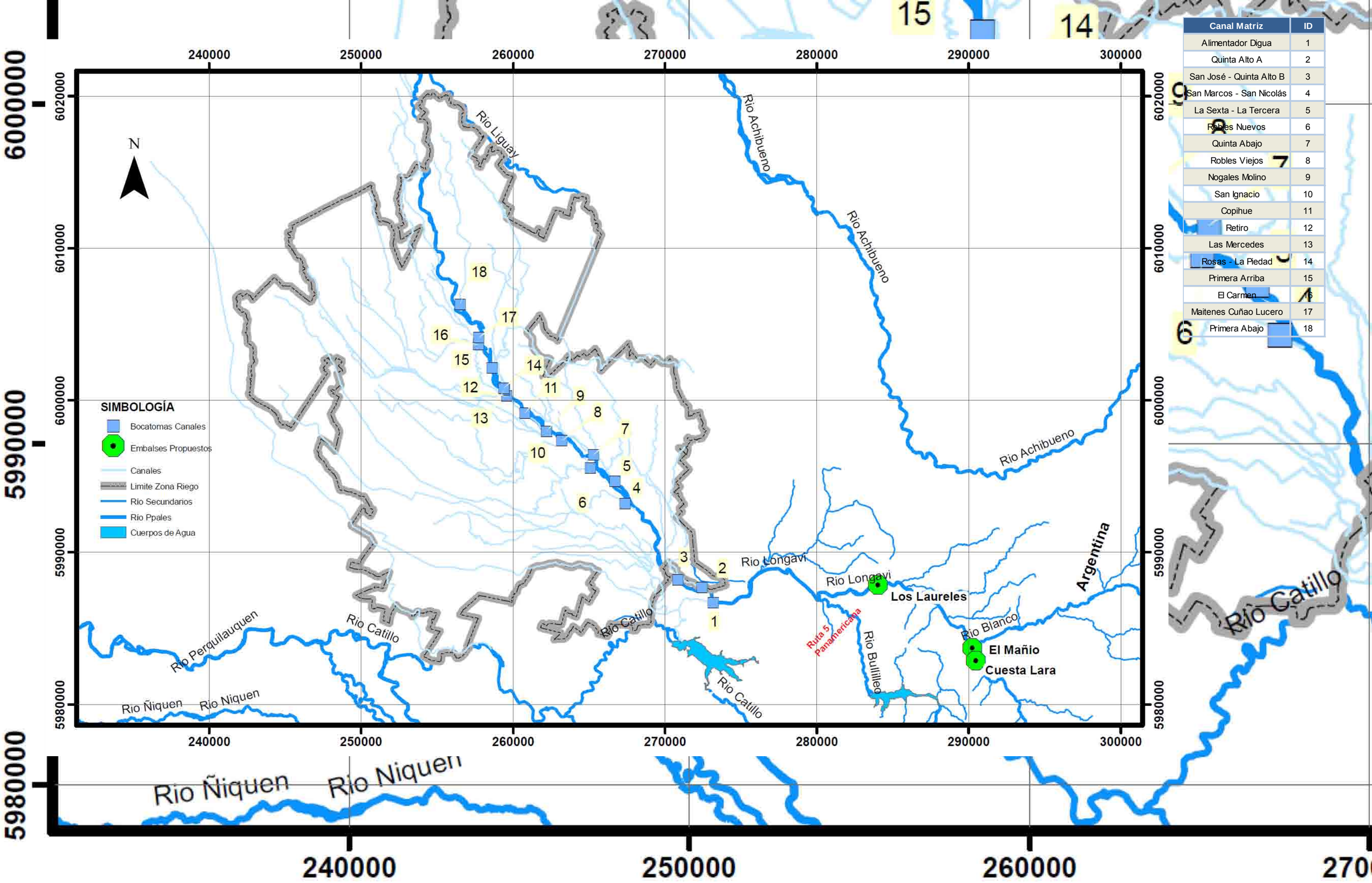
Tabla 4.6-1 Derechos Eventuales Priorizados, por Fuente Superficial

Río Longaví	1-Lon	27-12-1957	JVRL	JVRL	Consuntivo	Continuo	13.620,0
Río Longaví	2-Lon	18-01-1988	45-Cap	DIRECCION DE RIEGO - VII REGION	Consuntivo	Continuo	25.000,0
Río Longaví	3-Lon	02-02-1996	50-Cap	FISCO, DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	Consuntivo	Discontinuo	15.833,3
Río Longaví	4-Lon	30-09-2002	38-Cap	FISCO, DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	Consuntivo	Continuo	5.263,8
Río Longaví	5-Lon	13-11-2009	22-Cap	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES	Consuntivo	Discontinuo	1,9
Río Longaví	6-Lon	19-01-2010	27-Cap	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVÍ LTDA.	No Consuntivo	Discontinuo	8.958,3
Río Longaví	6-Lon	19-01-2010	31-Cap	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	No Consuntivo	Discontinuo	1.116,7
Río Longaví	6-Lon	19-01-2010	35-Cap	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	No Consuntivo	Discontinuo	7.508,3
Río Longaví	6-Lon	19-01-2010	40-Cap	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	No Consuntivo	Discontinuo	7.658,3
Rio Longaví	6-Lon	19-01-2010	24-Cap	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	No Consuntivo	Continuo	10.658,3
Rio Longavi	6-Lon	19-01-2010	27-Cap	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	No Consuntivo	Discontinuo	8.958,3
Rio Longavi	6-Lon	19-01-2010	19-Cap	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	No Consuntivo	Discontinuo	6.291,7
Río Longaví	7-Lon	03-11-2010	52-Cap	BENJAMIN ALBERTO VILLELA BENAVENTE Y OTROS	Consuntivo	Continuo	183,6
Río Longaví	8-Lon	11-06-2013	42-Cap	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	No Consuntivo	Continuo	27.508,3
Estero Cieneguilla	1-Cie	17-11-2010	16-Cap	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	No Consuntivo	Continuo	2.967,1
Estero Cieneguilla	2-Cie	22-06-2011	17-Cap	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	No Consuntivo	Discontinuo	891,8
Estero Los Canelos	1-Can	22-10-1998	32-Cap	SILVESCO S.A.	Consuntivo	Discontinuo	15,0

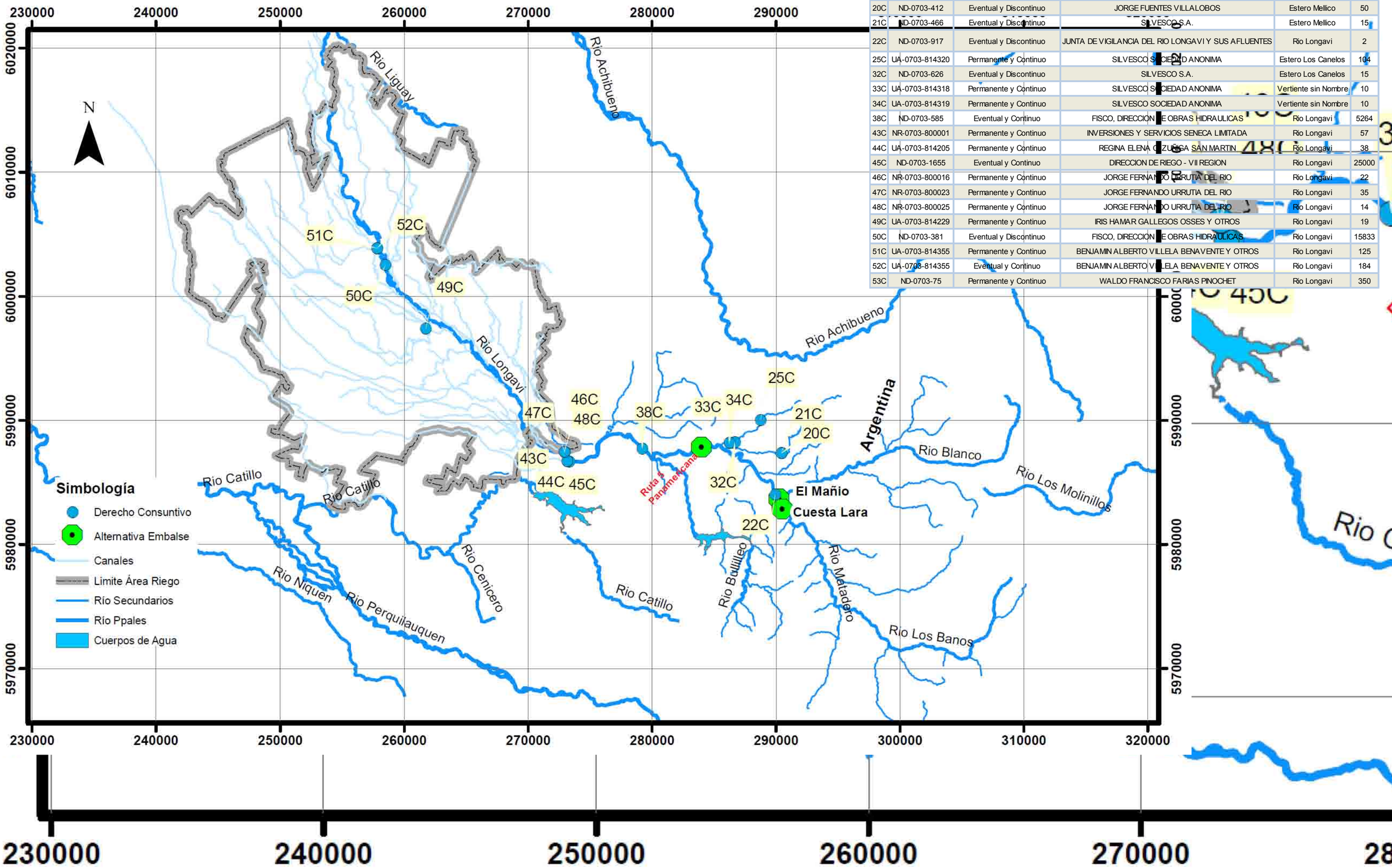
Estero Mellico	1-Mell	29-03-1996	21-Cap	SILVESCO S.A.	Consuntivo	Discontinuo	15,0
Estero Mellico	2-Mell	13-04-1999	20-Cap	JORGE FUENTES VILLALOBOS	Consuntivo	Discontinuo	50,0
Estero Molino	1-Mol	05-04-2011	14-Cap	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	No Consuntivo	Continuo	686,6
Estero Ortega	1-Ort	05-04-2011	4-Cap	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	No Consuntivo	Continuo	982,4
Estero Villalobos	1-Vill	05-04-2011	6-Cap	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	No Consuntivo	Continuo	1.579,3
Rio Blanco	1-Bla	19-01-2010	31-Cap	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	No Consuntivo	Discontinuo	1.116,7
Rio Blanco	2-Bla	19-01-2010	8-Cap	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	No Consuntivo	Continuo	7.187,5
Rio Blanco	3-Bla	25-11-2010	10-Cap	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	No Consuntivo	Continuo	7.187,5

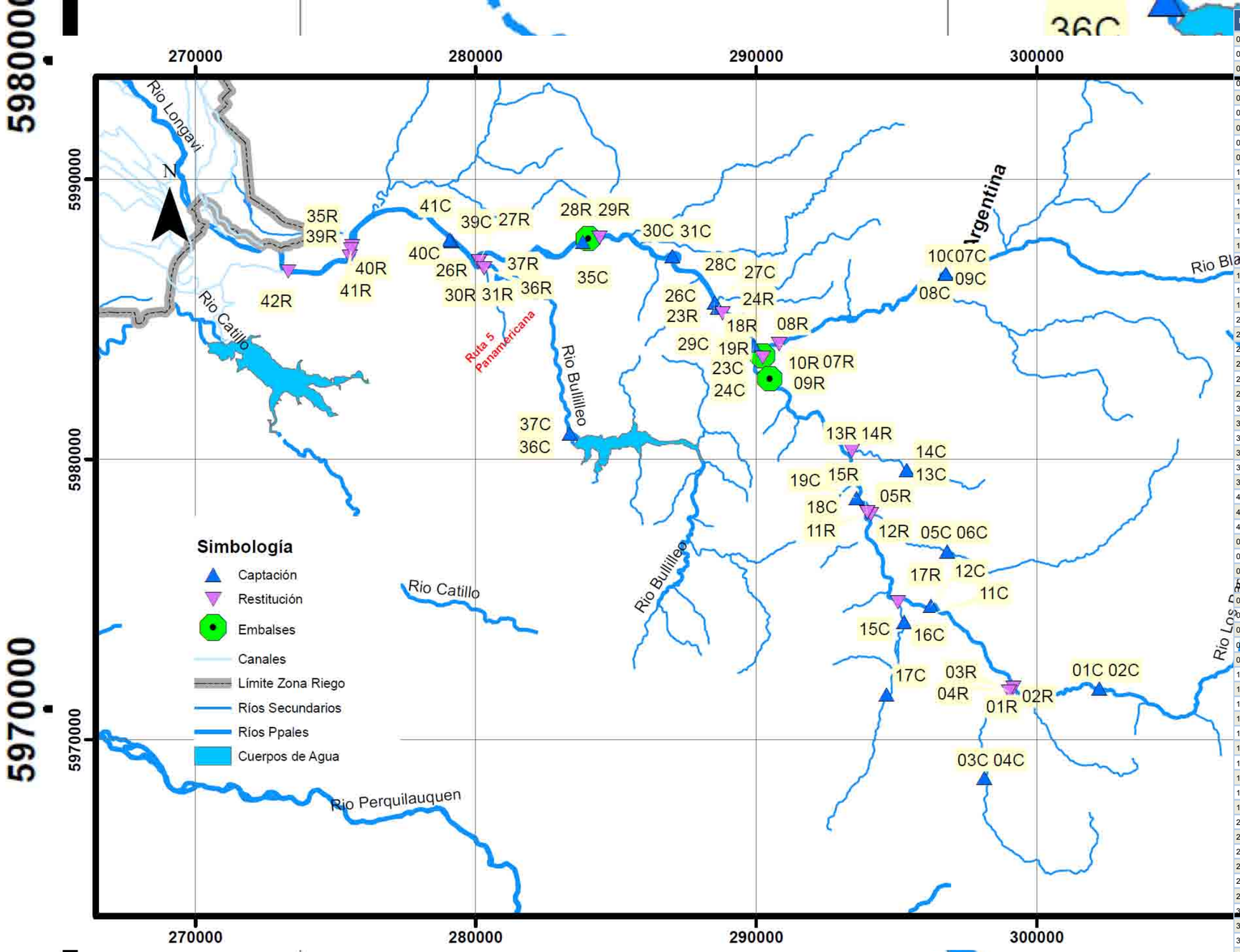
Fuente: Elaboración Propia a partir Catastro Público de Aguas, DGA, Febrero 2014 e información de la JVRL

Canal Matriz	ID
Alimentador Digua	1
Quinta Alto A	2
San José - Quinta Alto B	3
San Marcos - San Nicolás	4
La Sexta - La Tercera	5
Robles Nuevos	6
Quinta Abajo	7
Robles Viejos	8
Nogales Molino	9
San Ignacio	10
Copihue	11
Retiro	12
Las Mercedes	13
Rosas - La Piedad	14
Primera Arriba	15
El Carmen	16
Maitenes Cuñao Lucero	17
Primera Abajo	18



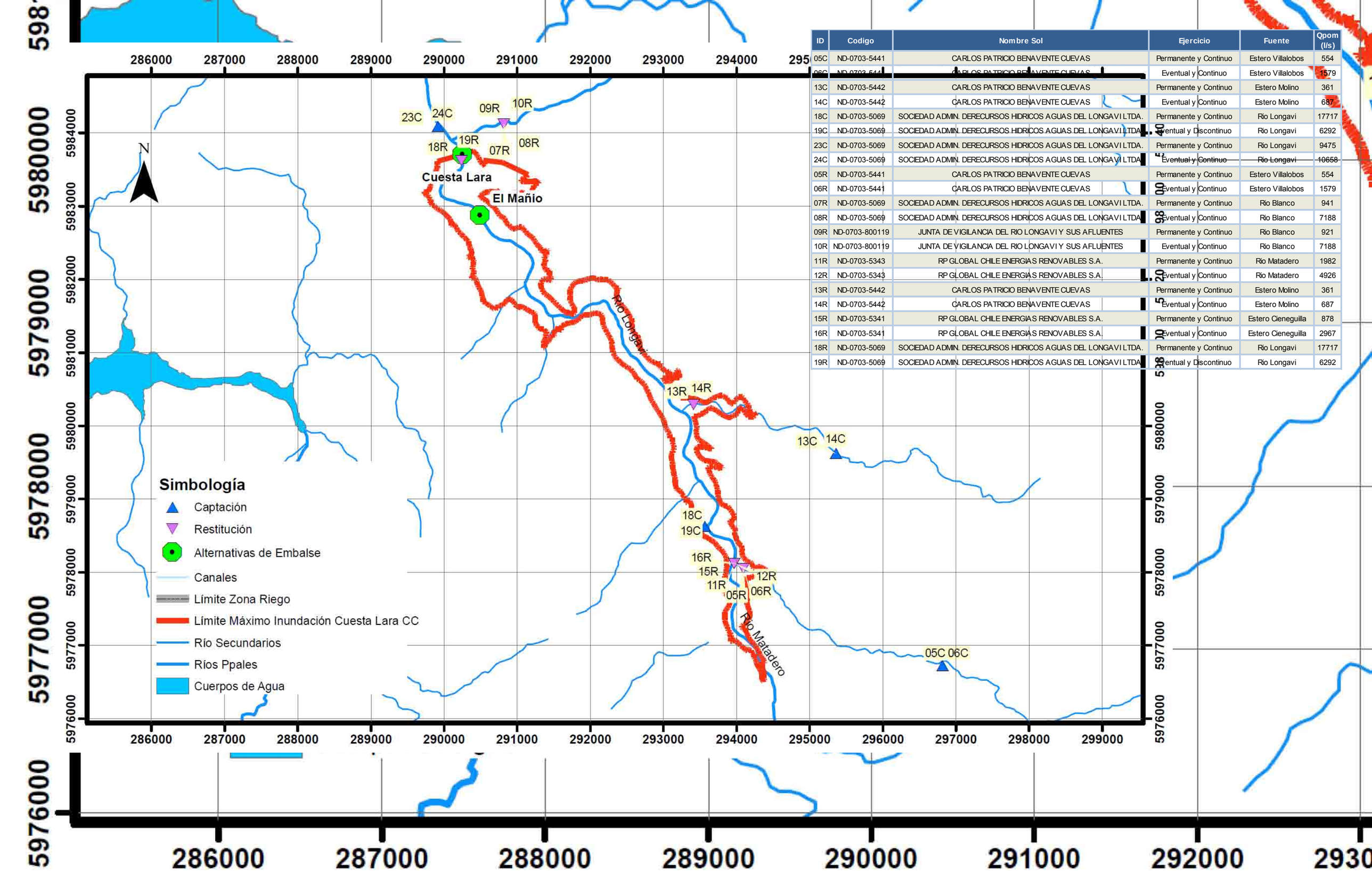
ID	Codigo	Ejercicio	Nombre	Fuente	Qpom (l/s)
20C	ND-0703-412	Eventual y Discontinuo	JORGE FUENTES VILLALOBOS	Estero Mellico	50
21C	ND-0703-466	Eventual y Discontinuo	SILVESCO S.A.	Estero Mellico	15
22C	ND-0703-917	Eventual y Discontinuo	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Rio Longavi	2
25C	UA-0703-814320	Permanente y Continuo	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Estero Los Canelos	104
32C	ND-0703-626	Eventual y Discontinuo	SILVESCO S.A.	Estero Los Canelos	15
33C	UA-0703-814318	Permanente y Continuo	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Vertiente sin Nombre	10
34C	UA-0703-814319	Permanente y Continuo	SILVESCO SOCIEDAD ANONIMA	Vertiente sin Nombre	10
38C	ND-0703-585	Eventual y Continuo	FISCO, DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	Rio Longavi	5264
43C	NR-0703-800001	Permanente y Continuo	INVERSIONES Y SERVICIOS SENECA LIMITADA	Rio Longavi	57
44C	UA-0703-814205	Permanente y Continuo	REGINA ELENA CRUZ DE LA SAN MARTIN	Rio Longavi	38
45C	ND-0703-1655	Eventual y Continuo	DIRECCION DE RIEGO - VII REGION	Rio Longavi	25000
46C	NR-0703-800016	Permanente y Continuo	JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Rio Longavi	22
47C	NR-0703-800023	Permanente y Continuo	JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Rio Longavi	35
48C	NR-0703-800025	Permanente y Continuo	JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Rio Longavi	14
49C	UA-0703-814229	Permanente y Continuo	IRIS HAMAR GALLEGOS OSSES Y OTROS	Rio Longavi	19
50C	ND-0703-381	Eventual y Discontinuo	FISCO, DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	Rio Longavi	15833
51C	UA-0703-814355	Permanente y Continuo	BENJAMIN ALBERTO VILLELA BENAVENTE Y OTROS	Rio Longavi	125
52C	UA-0703-814355	Eventual y Continuo	BENJAMIN ALBERTO VILLELA BENAVENTE Y OTROS	Rio Longavi	184
53C	ND-0703-75	Permanente y Continuo	WALDO FRANCISCO FARIAS PINOCHET	Rio Longavi	350



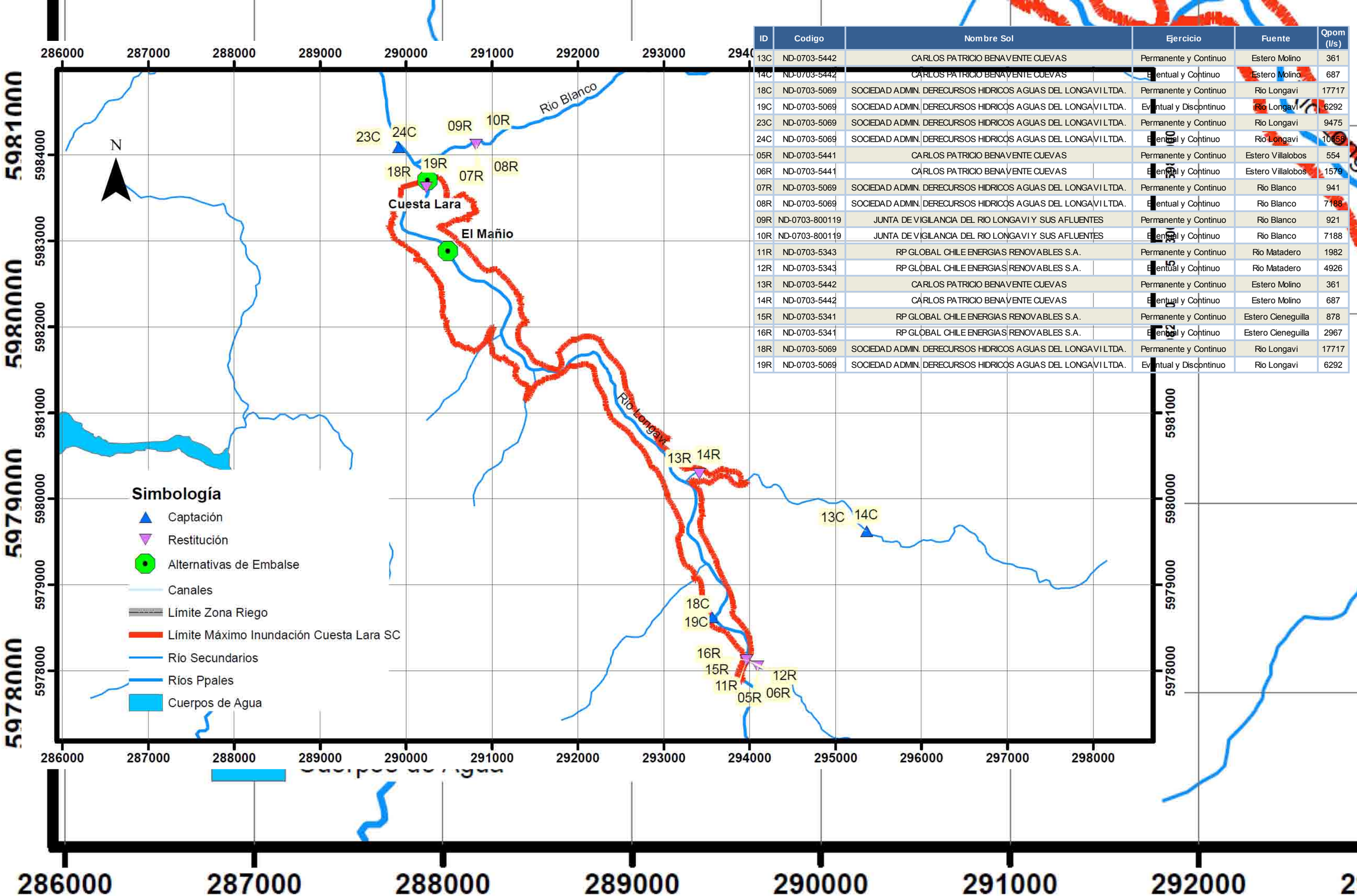


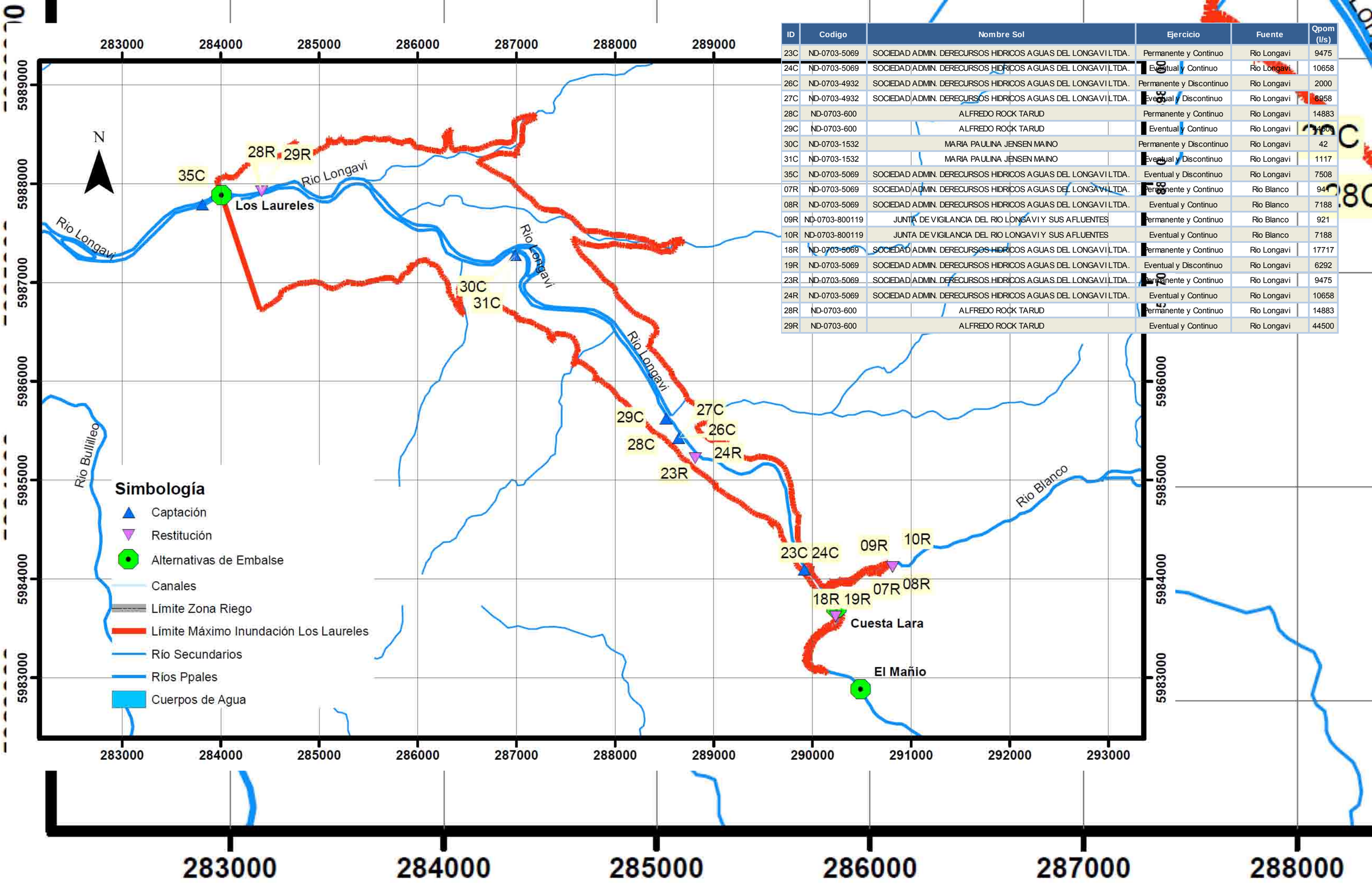
ID	Codigo	Nombre Sol	Ejercicio	Fuente	Qpom (l/s)
01C	ND-0703-5436	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Rio Los Baños	883
02C	ND-0703-5436	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Rio Los Baños	1867
03C	ND-0703-5440	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Ortega	468
04C	ND-0703-5440	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Ortega	982
05C	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Villalobos	554
06C	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Villalobos	1579
07C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Blanco	941
08C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
09C	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Permanente y Continuo	Rio Blanco	921
10C	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
11C	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Rio Matadero	1982
12C	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Rio Matadero	4926
13C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
15C	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Estero Cieneguilla	878
16C	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Estero Cieneguilla	2967
17C	ND-0703-5437	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Discontinuo	Estero Cieneguilla	892
18C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292
23C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9475
24C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	10658
26C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Discontinuo	Rio Longavi	2000
27C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	8958
28C	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Permanente y Continuo	Rio Longavi	14883
29C	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Eventual y Continuo	Rio Longavi	44500
30C	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Permanente y Discontinuo	Rio Longavi	42
31C	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	1117
35C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	7508
36C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Bullileo	2992
37C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Bullileo	6142
39C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	1133
40C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	7658
41C	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9625
42C	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	27508
01R	ND-0703-5436	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Rio Los Baños	883
02R	ND-0703-5436	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Rio Los Baños	1867
03R	ND-0703-5440	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Ortega	468
04R	ND-0703-5440	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Ortega	982
05R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Villalobos	554
06R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Villalobos	1579
07R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Blanco	941
08R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
09R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Permanente y Continuo	Rio Blanco	921
10R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
11R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Rio Matadero	1982
12R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Rio Matadero	4926
13R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
15R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Estero Cieneguilla	878
16R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Estero Cieneguilla	2967
17R	ND-0703-5437	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Discontinuo	Estero Cieneguilla	892
18R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292
23R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9475
24R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	10658
26R	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Discontinuo	Rio Longavi	2000
27R	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	8958
28R	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Permanente y Continuo	Rio Longavi	14883
29R	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Eventual y Continuo	Rio Longavi	44500
30R	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Permanente y Discontinuo	Rio Longavi	42
31R	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	1117
35R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	7508
36R	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Bullileo	2992
37R	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Bullileo	6142
39R	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	1133
40R	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	7658
41R	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9625
42R	ND-0703-800132	BESALCO ENERGIA RENOVABLE S.A.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	27508

ID	Codigo	Nombre Sol	Ejercicio	Fuente	Qpom (l/s)
05C	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Villalobos	554
06C	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Villalobos	1579
13C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
18C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292
23C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9475
24C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	10658
05R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Villalobos	554
06R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Villalobos	1579
07R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Blanco	941
08R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
09R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Permanente y Continuo	Rio Blanco	921
10R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
11R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Rio Matadero	1982
12R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Rio Matadero	4926
13R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
15R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Estero Cieneguilla	878
16R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Estero Cieneguilla	2967
18R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292



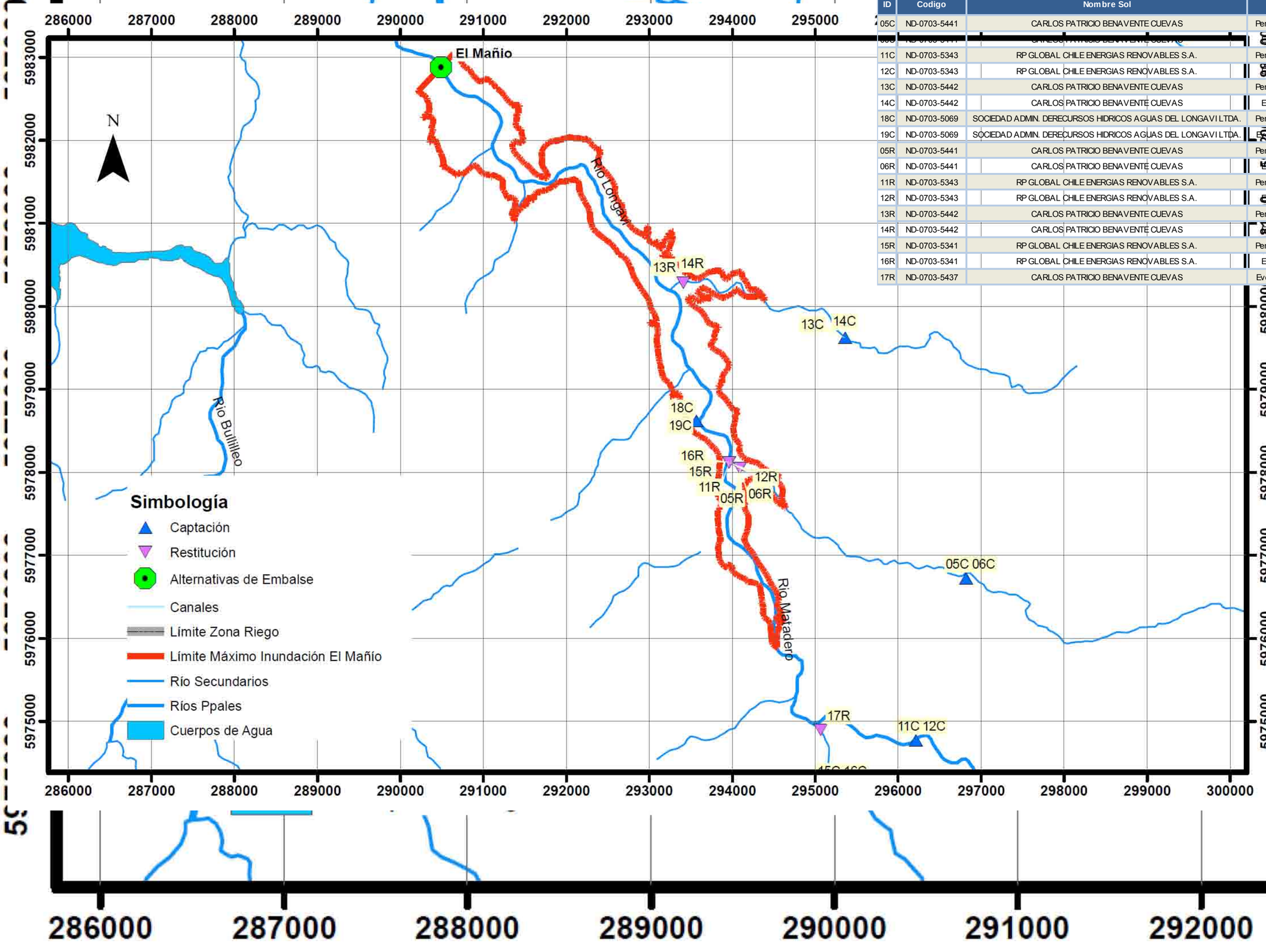
ID	Codigo	Nombre Sol	Ejercicio	Fuente	Qpom (l/s)
13C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
18C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292
23C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9475
24C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	10659
05R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Villalobos	554
06R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Villalobos	1579
07R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Blanco	941
08R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
09R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Permanente y Continuo	Rio Blanco	921
10R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
11R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Rio Matadero	1982
12R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Rio Matadero	4926
13R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
15R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Estero Cieneguilla	878
16R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Estero Cieneguilla	2967
18R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292

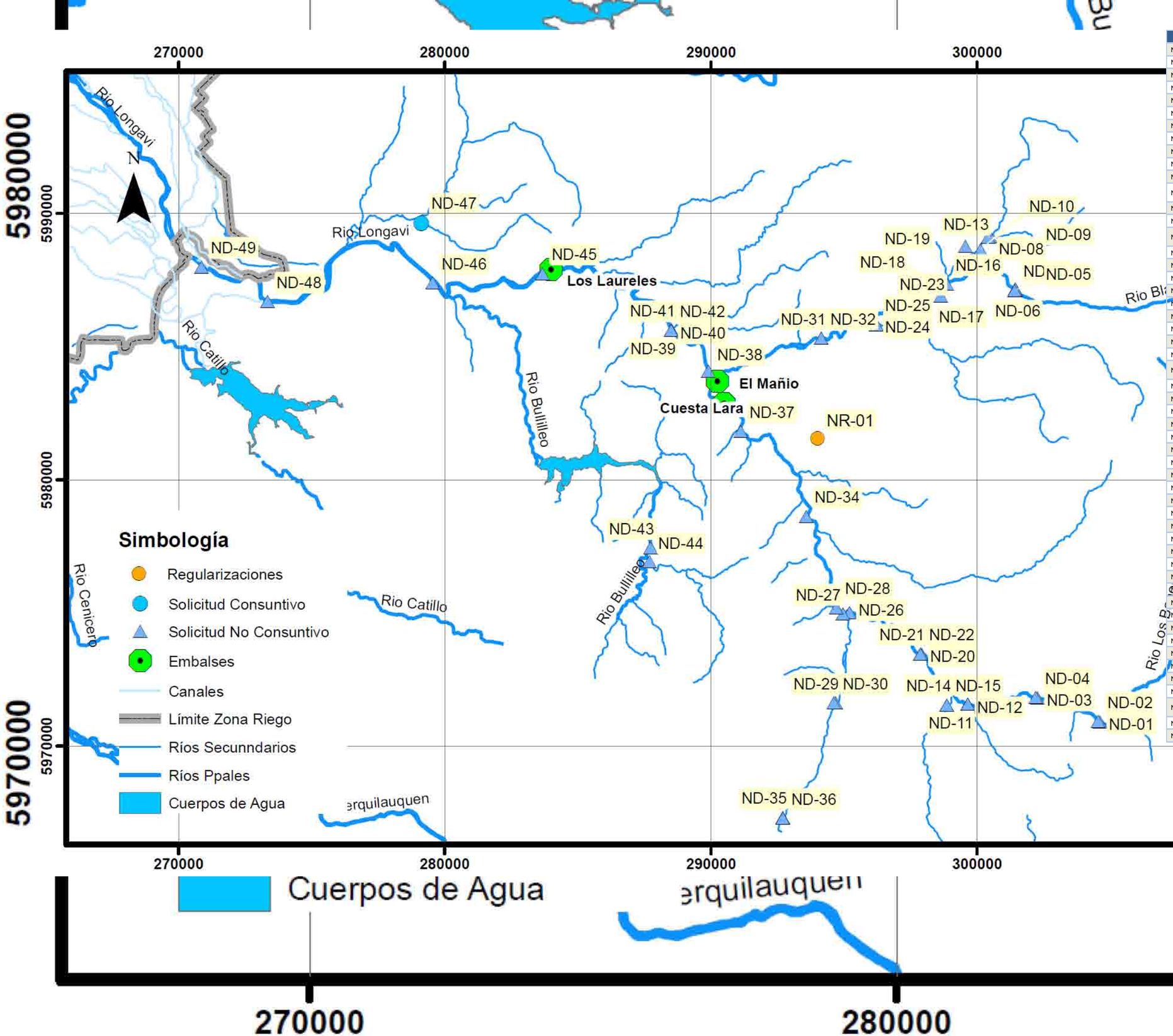




ID	Codigo	Nombre Sol	Ejercicio	Fuente	Qpom (l/s)
23C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9475
24C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	10658
26C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Discontinuo	Rio Longavi	2000
27C	ND-0703-4932	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	8958
28C	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Permanente y Continuo	Rio Longavi	14883
29C	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Eventual y Continuo	Rio Longavi	44500
30C	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Permanente y Discontinuo	Rio Longavi	42
31C	ND-0703-1532	MARIA PAULINA JENSEN MAINO	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	1117
35C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	7508
07R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Blanco	941
08R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
09R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Permanente y Continuo	Rio Blanco	921
10R	ND-0703-800119	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	Eventual y Continuo	Rio Blanco	7188
18R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292
23R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	9475
24R	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Continuo	Rio Longavi	10658
28R	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Permanente y Continuo	Rio Longavi	14883
29R	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	Eventual y Continuo	Rio Longavi	44500

ID	Codigo	Nombre Sol	Ejercicio	Fuente	Qpom (l/s)
05C	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Villalobos	554
		CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Villalobos	1579
11C	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Rio Matadero	1982
12C	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Rio Matadero	4926
13C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14C	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
18C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Permanente y Continuo	Rio Longavi	17717
19C	ND-0703-5069	SOCIEDAD ADMIN. DERECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	Eventual y Discontinuo	Rio Longavi	6292
05R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Villalobos	554
06R	ND-0703-5441	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Villalobos	1579
11R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Rio Matadero	1982
12R	ND-0703-5343	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Rio Matadero	4926
13R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Permanente y Continuo	Estero Molino	361
14R	ND-0703-5442	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Continuo	Estero Molino	687
15R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Permanente y Continuo	Estero Cieneguilla	878
16R	ND-0703-5341	RP GLOBAL CHILE ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Eventual y Continuo	Estero Cieneguilla	2967
17R	ND-0703-5437	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	Eventual y Discontinuo	Estero Cieneguilla	892





ID	Expediente	Nombre Solicitante	Qprom (l/s)	Tipo Derecho	Ejerc. Der. Sol.	Sit.Actual
ND-01	ND-0703-5981	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	20000	NC	P/C	P-REG
ND-02	ND-0703-5935	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG
ND-03	ND-0703-5980	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	20000	NC	P/C	P-REG
ND-04	ND-0703-5935	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG
ND-05	ND-0703-5979	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	20000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-06	ND-0703-5986	CECILIA ALEJANDRA POBLETE MONARDES	8000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-07	ND-0703-5932	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG
ND-08	ND-0703-5985	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	20000	NC	P/C	P-REG
ND-09	ND-0703-5933	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG
ND-10	ND-0703-5986	CECILIA ALEJANDRA POBLETE MONARDES	4000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-11	ND-0703-5675	INVERSIONES Y RENTAS SPA	15000	NC	P/C	P-REG
ND-12	ND-0703-5721	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	15000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-13	ND-0703-5986	CECILIA ALEJANDRA POBLETE MONARDES	2000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-14	ND-0703-5676	INVERSIONES Y RENTAS SPA	10000	NC	P/C	P-REG
ND-15	ND-0703-5721	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	10000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-16	ND-0703-5365	INVERSIONES Y RENTAS SPA	24000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-17	ND-0703-6219	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	80000	NC	P/C	P-REG
ND-18	ND-0703-5327	CARLOS RICARDO GARDEWEG PEEDE	30000	NC	P/C	P-REG
ND-19	ND-0703-5327	ENRIQUE FEDERICO GARDEWEG PEEDE	30000	NC	-	P-REG
ND-20	ND-0703-5984	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	[illegible]	NC	P/C	P-REG
ND-21	ND-0703-5439	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	4600	NC	P/C	P-REG
ND-22	ND-0703-5936	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG
ND-23	ND-0703-6218	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	80000	NC	P/C	P-REG
ND-24	ND-0703-5679	MARIA JOSE UGALDE PASCUAL	15000	NC	P/C	P-REG
ND-25	ND-0703-5721	SOCIEDAD ADMIN. DE RECURSOS HIDRICOS AGUAS DEL LONGAVI LTDA.	15000	NC	P/C	P-REG
ND-26	ND-0703-5483	MARIA LUISA DEL VILLAR VASQUEZ	450	NC	P/C	P-REG
ND-27	ND-0703-5873	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	50000	NC	P/C	P-REG
ND-28	ND-0703-5438	CARLOS PATRICIO BENAVENTE CUEVAS	6500	NC	P/C	P-REG
ND-29	ND-0703-5983	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	20000	NC	P/C	P-REG
ND-30	ND-0703-5934	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG
ND-31	ND-0703-5328	CARLOS RICARDO GARDEWEG PEEDE	30000	NC	P/C	P-REG
ND-32	ND-0703-5328	ENRIQUE FEDERICO GARDEWEG PEEDE	30000	NC	-	P-REG
NR-01	NR-0703-1361	AGRICOLA CORDILLERA LIMITADA	30	C	P/C	P-REG-OP
ND-34	ND-0703-6217	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	80000	NC	P/C	P-REG
ND-35	ND-0703-5934	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG
ND-36	ND-0703-5982	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	20000	NC	P/C	P-REG
ND-37	ND-0703-6098	MANUEL RODRIGO BRAVO BRAVO	20000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-38	ND-0703-6216	HERMAN HIPOLITO PARADA LUNCUMILLA	80000	NC	P/C	P-REG
ND-39	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	100000	NC	E/C	P-REG-RRCL-D
ND-40	ND-0703-600	ALFREDO ROCK TARUD	60000	NC	P/C	P-REG-RRCL-D
ND-41	ND-0703-600	-	60000	NC	-	P-REG-RRCL-D
ND-42	ND-0703-5789	JOSE DAMASO NAVARRETE CAMPOS	130000	NC	P/C	P-REG
ND-43	ND-0703-6223	JUAN CARLOS MORAGA SEPULVEDA	9000	NC	P/C	P-REG
ND-44	ND-0703-6222	JUAN CARLOS MORAGA SEPULVEDA	3000	NC	P/C	P-REG
ND-45	ND-0703-6132	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	24000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-46	ND-0703-6133	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	24000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-47	ND-0703-6170	MARIA FRANCISCA MOLINA ARMAS	10	C	P/C	P-REG
ND-48	ND-0703-6131	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	24000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-49	ND-0703-6129	INVERSIONES COIHUE BLANCO E.I.R.L.	24000	NC	P/C	P-REG-OP
ND-50	ND-0703-5872	GUSTAVO NICANOR BENAVENTE ZAÑARTU	45	C	P/C	P-REG
ND-51	ND-0703-5896	INVERSIONES E INMOBILIARIA SANTA EUGENIA S.A.	30	C	P/C	P-REG
ND-52	ND-0703-5874	GUSTAVO ADOLFO BENAVENTE VERGARA	48	C	P/C	P-REG
ND-53	ND-0703-5818	ASTURIANA DE INVERSIONES LIMITADA	1500	C	P/C	P-REG

NSTITUCION DE
RECHOS DE
ROVECHAMIENTO
AGUAS
CK TARUD
FREDO
DE
ECCIÓN GENERAL
AGUAS
==========
3943

ASN 23/02/09 17/02/10

21822

Trasfirió de
dominio.- Ver
nscripción de
s.44 Nº99
e.2010
inares 17/02/2010

Nº 360

LINARES, 08 de mayo de 2009.- Se ha requerido la siguiente inscripción: "Escritura Nº576-2009.- Cma.- CONSTITUCIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS DIRECCION GENERAL DE AGUAS A ROCK TARUD ALFREDO.- En Talca, República de Chile, a treinta de abril de dos mil nueve, ante mí, ADOLFO PINO PARRA, abogado, Notario Público Titular, con jurisdicción sobre las comunas de Talca, Maule, San Clemente, Pelarco, San Rafael, Río Claro y Pencahue, con oficio en esta ciudad, calle Uno Norte número 963, local ciento uno, comparecen: Don FRANCISCO SANDOVAL ARAYA, soltero, cédula nacional de identidad número 12.408.415-6, ingeniero civil, en su calidad de Director Regional de la DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS VII REGION , según se acreditará; ambos domiciliados para estos

Ver FS 12 de nº 21 2004

Se deja sin efecto la subinscripción que antecede, por escritura pública, otorgada en Talca, con fecha 28 de junio del año 2013, ante el notario don Adolfo Pino Parra. Linares 01 de agosto del año 2013.

CLAUDINET PEREIRA GONZALEZ
CONSERVADOR DE BIENES RAICES
LINARES

efectos en calle 6 Oriente Nº 1220, de esta ciudad; y don ALFREDO ROCK TARUD, cédula nacional de identidad número 6.417.529-7, viudo, contador auditor, domiciliado en 1 Norte 841, Block 2, oficina D-1, Talca, los comparecientes chilenos, mayores de edad, quienes vienen en reducir a escritura pública la siguiente Resolución: "REPUBLICA DE CHILE, MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. DIRECCION GENERAL DE AGUAS, REGION DEL MAULE, hay timbre DIVISION LEGAL, ABOGADO JEFE. DIRECCION GENERAL DE AGUAS. Constituye derecho de aprovechamiento no consuntivo de aguas superficiales y corrientes a favor de Alfredo Rock Tarud, Provincia de Linares, Región del Maule. Con esta fecha el Director Regional de Aguas ha resuelto lo que sigue: Talca, 27 ENE 2009. DGA REGION DEL MAULE Nº 0001. VISTOS: La solicitud de Alfredo Rock Tarud; la sentencia de fecha 23 de julio de 2008 y la resolución de fecha 30 de diciembre de 2008, ambas en la causa Rol Nº1204-2006 de la Ilustrísima Corte de Apelaciones de Talca; el Informe Técnico Nº 222 del 21 de noviembre de 2000; y las atribuciones que me confieren las Resoluciones DGA Nºs 19, 295 y 336, de 2007, y CONSIDERANDO: Que, que Alfredo Rock Tarud, solicitó derechos de aprovechamiento no consuntivos de agua superficial y corriente de ejercicio permanente y contínuo por un caudal de 60m3 y de ejercicio eventual y contínuo por un caudal de 100m3 del río Longaví, en la Provincia de Linares, Región del Maule. Que, estando pendiente la tramitación de la solicitud que originó el expediente administrativo ND-0703-600, el Sr. Tarud, realizó una declaración unilateral, utilizando la institución del silencio administrativo contenida en el artículo 64 de la Ley 19880, respecto de los mismos derechos solicitados

Por escritura pública, otorgada en Talca con fecha 16 de agosto del año 2013, ante el notario don Alvin Alfredo Rojas, suplente del titular don Adolfo Pino Rosa, don Alfredo Ramón Rock Tarud, acepta expresamente y en forma total el derecho de aprovechamiento no consuntivo de aguas en su favor según consta en la Resolución de la Dirección General de Aguas, Región del Maule Nº 0001 de fecha 27 de enero del 2009, reducida a escritura pública con fecha 30 de abril de 2009, en la Notaría de Talca de don Adolfo Pino Rosa, Repertorio Nº 576-2009. Firma 02 de septiembre del año 2013.-

e individualizados, contenida en una Escritura pública otorgada con fecha 13 de enero de 2004, ante el Notario Público de Talca, Sr. Juan Bianchi Astaburuaga, denominada "declaración de dominio de derechos de aprovechamiento de agua-A. Tarud", Que, la Contraloría General de la República, mediante el Dictamen Nº 37.603 de 2004, expresó que el Artículo 64 de la ley 19880, regula la situación relativa al valor del silencio administrativo frente a la inactividad de la administración, entendiéndose otorgada la petición respectiva transcurrido cierto lapso de tiempo; no obstante, dicha normativa no se aplica a la constitución del derecho de aprovechamiento de aguas que se regula por un procedimiento especial, y preferente del Código de Aguas, que no contempla tal institución, sino el cumplimiento de requisitos y condiciones establecidas en dicho texto legal debidamente comprobadas por la autoridad. Que, a su vez, el Dictamen de la Contraloría General de la República Nº 48.940 de 2004, añade además que el aplicar el silencio positivo, en materia de aguas conduciría irremediablemente a soslayar, a través de una ficción legal, todos los requisitos estatuidos para constituir el derecho real de aprovechamiento de aguas, derecho que debe nacer al mundo jurídico originariamente por un acto de autoridad, conforme al procedimiento establecido en el Código de Aguas, que culmina con la resolución constitutiva del derecho, inscrita en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo, incluyendo el trámite de toma de razón de la resolución respectiva, respecto de la cual la Entidad Fiscalizadora tiene competencia exclusiva y excluyente de acuerdo con los artículos 87 y 88 de la carta fundamental, hoy los artículos 98 y 99. Que, sin perjuicio de lo

CLAUDINET PEREIRA GONZALEZ
CONSERVADOR DE BIENES RAICES
LINARES

anterior, de todas formas el seudo título fue inscrito por el Sr. Tarud el 22 de enero de 2004 a fojas 12 vta. Nº 21 del Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Linares, del año 2004. Que, por otra parte la Junta de Vigilancia del río Longaví y sus afluentes, solicitó formalmente un pronunciamiento a la Contraloría General de la República, respecto de la forma en que había sido publicada la solicitud de aprovechamiento de aguas del Sr. Tarud. Que, dando respuesta a la Junta de Vigilancia del río Longaví y sus afluentes, la Contraloría General de la República emitió el Dictamen Nº 23.496 de 18 de mayo de 2006, en el cual concluyó lo siguiente:"A su vez, atendida la circunstancia de que el procedimiento de constitución de derechos de aprovechamiento de aguas que motivó el referido dictamen recaía en una fuente natural ubicada en la provincia de Linares, tramitada en el expediente administrativo ND-7-3-600, fue publicado en el Diario Oficial y en los diarios La Nación y El Centro de la ciudad de Talca, no obstante la existencia de un medio de información perteneciente a la citada provincia de Linares, procede que la solicitud respectiva sea denegada por el Director Regional de Aguas de la VII región. Que, mediante la Resolución DGA Nº 364 de 11 de julio de 2006 se dio cumplimiento al dictamen de la Contraloría General de la República Nº 23.496 de 2006, denegando la solicitud por no haberse realizado las publicaciones conforme a lo establecido en el artículo 131 del Código de Aguas. Que, con fecha 10 de agosto de 2008 don Alfredo Rock Tarud presentó recurso de reclamación en contra de la Resolución DGA Nº 364 de 11 de julio de 2006. Que, mediante Sentencia de fecha 23 de julio de 2008, sin perjuicio que el Sr. Tarud ya había inscrito los

derechos de aprovechamiento a su nombre con fecha 22 de enero de 2004, la ilustrísima de Corte de Apelaciones de Talca ordenó a esta Dirección Regional constituir nuevamente los derechos de aprovechamiento solicitados por el Sr Rock Tarud en el río Longaví de acuerdo a los informes Técnicos acompañados en el expediente administrativo ND-0703-600, con lo cual se crea evidentemente una duplicidad de los derechos otorgados. Que, dentro del plazo legal, se dedujo por parte de la Dirección General de Aguas, recurso de casación en la forma y en el fondo, en contra de la Sentencia de fecha 23 de julio de 2008, el cual a la fecha se encuentra aún pendiente de resolver por la Excma Corte Suprema. Que, como la interposición del recurso de casación no suspende el cumplimiento de la sentencia recurrida, la DIrección General de Aguas presentó formalmente su objeción a la ejecución de la sentencia, señalando en síntesis que el Artículo 773 del Cödigo de Procedimiento Civil, señala que la interposición del recurso de casación no suspende la ejecución de la sentencia, como regla general. Sin perjuicio de lo anterior esta misma norma señala una excepción a esa regla general cuando señala "salvo cuando su cumplimiento haga imposible llevar a efecto la que se dicte si se acoge el recurso", En este caso concreto el cumplimiento de la sentencia dictada por la Iltma Corte de Apelaciones de Talca haría muy difícil o imposible llevar a efecto la eventual sentencia de reemplazo si se acoge, el recurso de casación interpuesto. Esto es así, por que una vez constituido el derecho de aprovechamiento a favor del reclamante, este podría ser fácilmente enajenado a favor de terceros con lo que cual se haría muy dificultuoso el cancelar las inscripciones de dominio respectivas, más aún cuando

pudieran existir terceros poseedores de buena fe. Que. la oposición al cumplimiento de la sentencia fue rechazada por la Ilustrísima Corte de Apelaciones de Talca, quedando firme el cúmplase de la sentencia. Que, por resolución de fecha 30 de diciembre de 2008, la Ilustrísima Corte de Apelaciones de Talca, ha dado un plazo de 10 días para constituir el derecho de aprovechamiento en los términos ordenados por la sentencia de fecha 23 de julio de 2008.- Que, el Artículo 76 inciso último de la Constitución Política de la República, dispone que "la autoridad requerida deberá cumplir sin más trámite el mandato judicial y no podrá calificar su fundamento u oportunidad, ni la justicia o legalidad de la resolución que se trata de ejecutar". Que, en este contexto, la constitución del derecho deberá efectuarse sin contar con la Memoria Explicativa que al efecto se indica en el artículo 140 Nº 6 del Código de Aguas, actualmente vigente, y RESUELVO: 1.- Constituyese a favor de Alfredo Rock Tarud, derechos de aprovechamiento no consuntivo de aguas superficiales y corrientes del río Longaví, en la provincia de Linares, Región del Maule, de acuerdo al detalle que se indica:Q(m3/s) Mes. Ejercicio permanente. Ejercicio eventual. ABR.3,0. 25,0. MAY.9,6. 85,0. JUN. 20,4. 89,4. JUL.20,0. 90,5. AGO. 21,7. 53,2. SEP. 24,0. 40,6. OCT. 25,3. 50,9. NOV. 23,1. 38,8. DIC. 14,6. 31,8. ENE. 7,9. 15,6. FEB. 5,2. 8,0. MAR. 3,8. 5,2. 2.- Las aguas se captarán gravitacionalmente en ribera izquierda del río Longaví en un punto definido por las coordenadas UTM (km) Nº:5.986,00 y E:288,70. La restitución de las aguas se efectuará en la misma ribera en un punto de coordenadas UTM (km) N:5.988,30 y E:284,60. La distancia entre los puntos de captación y el de restitución es de 4.680 m; y su desnivel es de

55 m. Las coordenadas UTM están referidas a la carta I.G.M. Achibueno, escala 1/50.000, Datum Provisorio Sudamericano de 1956. 3.- El titular del derecho de aprovechamiento deberá dejar pasar aguas abajo del punto de captación un caudal no inferior a 900l/s para preservar el equilibrio ecológico. 4.- El titular del derecho de aprovechamiento deberá solicitar a la Dirección General de Aguas La Autorización de construcción de bocatoma de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 151 al 157 del Código de Aguas. 5.- El titular del derecho de aprovechamiento deberá constituir las servidumbres que correspondan. 6.- El ejercicio del derecho de aprovechamiento de agua que se constituye en el presente acto, deberá dar cumplimiento en lo que corresponda, a las disposiciones de la Ley Nº 19.300, de Bases del Medio Ambiente.- 7.- En el ejercicio de los derechos de aprovechamiento, deberá evitarse que se produzcan golpes de agua que puedan provocar daños en los cauces o en las obras existentes aguas abajo del punto de restitución. 8.- La extracción o restitución de las aguas se hará siempre en la forma que no perjudique los derechos de terceros constituidos sobre las mismas aguas en cuanto a su cantidad, calidad, substancia, oportunidad de uso y demás particularidades, según lo dispone el artículo 14 del Código de Aguas y deberá dar cumplimiento a lo preceptuado en la Ley Nº 3.133 sobre neutralización de los Residuos provenientes de establecimientos Industriales y su Reglamento respectivo. 9.- La presente Resolución se reducirá a escritura pública que suscribirán el interesado y el Sr. Director Regional de Aguas, Región del Maule y copia de ella se inscribirá en el registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces

CLAUDINET PEREIRA GONZALEZ
CONSERVADOR DE BIENES RAICES
LINARES

competente. El interesado deberá remitir a esta Dirección General copia autorizada de dicha inscripción, para los efectos de incorporarla al Catastro Público de Aguas. 10.- La presente Resolución se registrará en la Dirección General de Aguas, en conformidad con lo dispuesto en el Artículo 122 del Código de Aguas. ANÓTESE. TÓMESE RAZÓN Y NOTIFÍQUESE. Hay firma ilegible MARITZA CAMPOS RAMIREZ. Director Regional (S) DIRECCION GENERAL DE AGUAS. VII REGION. Hay timbre. TOMO RAZON POR ORDEN DEL CONTRALOR GENERAL LA REPÚBLICA. 28 abr. 2009. Hay firma ilegible. JOAQUIN CORDOVA MALDONADO. ABOGADO. CONTRALOR REGIONAL. CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA. REGION DEL MAULE".- La personería de don Francisco Sandoval Araya para representar a la Dirección General de Aguas consta de Resolución Nº 14 de fecha 22 de enero de 2009 emitida por el Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.- En comprobante y previa lectura.- Así lo otorgan y firman.- Se da copia.- Doy Fé.- Anotada en el Repertorio bajo el número quinientos setenta y seis.- Hay firma y huella digital FRANCISCO SANDOVAL ARAYA 12.458.415-6; p p DIRECCION GENERAL DE AGUAS VII REGION; Hay firma y huella digital ALFREDO ROCK TARUD 6.417.529-7.- Hay firma del notario.- Hay un timbre en original LA COPIA QUE ANTECEDE ES TESTIMONIO FIEL DE SU ORIGINAL.- TALCA 05 MAYO 2009 ADOLFO PINO PARRA NOTARIO PUBLICO TALCA CHILE, HAY UNA FIRMA DEL NOTARIO" Conforme.- Requirió esta inscripción don José Guillermo Rodríguez.-

CLAUDINET PEREIRA GONZALEZ, Abogado, Conservador de Bienes Raíces, Aguas, Comercio y Archivero Judicial, de las comunas de Linares, Longaví, Colbún y Yerbas Buenas, con oficio en calle Manuel Rodríguez Nº 784 de la ciudad Linares, **CERTIFICO**: que la presente copia digitalizada, autorizada mediante firma electrónica avanzada de conformidad a la Ley Nº 19.799 y Auto acordado de la Excma. Corte Suprema de Chile, está conforme con su original que corre a fojas 176 vuelta, número 360 del Registro de Aguas de 2009.

Verifique la validez de la presente copia ingresando el código indicado a continuación en nuestro sitio Web:
Código: 125853
Sitio web: http://www.conservadorlinares.cl/firma

ADOLFO PINO PARRA
NOTARIO PUBLICO
TALCA

ALIN ACEVEDO ROJAS
NOTARIO INTERINO
TALCA - CHILE

CUATRO MIL SETECIENTAS CUARENTA Y CUATRO
4744.-

ADOLFO PINO PARRA
NOTARIO PUBLICO
TALCA - CHILE

ESC. Nº 1214-2013.-

ALIN ACEVEDO ROJAS
NOTARIO SUPLENTE

RENUNCIA DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

ROCK TARUD ALFREDO RAMON

En TALCA, REPUBLICA DE CHILE, a dieciséis de agosto de dos mil trece, ante mí, **ALIN ACEVEDO ROJAS,** abogado, Notario Público Suplente del Titular don ADOLFO PINO PARRA , con jurisdicción sobre las comunas de Talca, Maule, San Clemente, Pelarco, San Rafael, Río Claro y Pencahue, con oficio en esta ciudad, calle Uno Norte número novecientos sesenta y tres, local ciento uno, comparece: Don **ALFREDO RAMON ROCK TARUD**, chileno, contador auditor, viudo, cédula nacional de identidad número seis millones cuatrocientos diecisiete mil quinientos veintinueve guión siete, domiciliado para estos efectos en calle Uno Norte número ochocientos cuarenta y uno, Block Dos oficina D Uno, de la ciudad de Talca; el compareciente mayor de edad, quien acredita su identidad con su cédula respectiva y expone: **PRIMERO**: Don **Alfredo Rock Tarud o Alfredo Ramón Rock Tarud**, es dueño de los siguientes derechos de aprovechamiento de aguas: **derechos de aprovechamiento no consuntivo de aguas superficiales y corrientes del Río Longaví, en la provincia de Linares, Región del Maule**, que obtuvo por Resolución de la Dirección General de Aguas, Región del Maule Nº 0001 de fecha veintisiete de Enero de dos mil nueve, reducida a escritura pública con fecha treinta de Abril de dos mil nueve en la Notaría de Talca de don Adolfo Pino Parra, Repertorio //

//

Nº 576-2009, la que se inscribió a fojas **ciento setenta y seis vuelta** número **trescientos sesenta,** en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Linares, del año **dos mil nueve.-** Los referidos derechos fueron registrados en el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de aguas del Catastro Público de Aguas, con fecha quince de Junio de dos mil nueve, del Departamento de Administración de Recurso Hídricos del Ministerio de Obras Publicas.- Estos derechos consisten en derechos de aprovechamiento no consuntivo de aguas superficiales y corrientes del Río Longaví, en la provincia de Linares, Región del Maule, de acuerdo al detalle que se indica: Q(mS/s) Mes. Ejercicio permanente. Ejercicio eventual. ABR.3,0. 25,0. MAY.9,6. 85,0. JUN. 20,4. 89,4. JUL.20,0. *90,5.* AGO. 21,7. 53,2. SEP. 24,0. 40,6. OCT. *25,3.* 50,9. NOV. 23,1. 38,8. DIC. 14,6. 31,8. ENE. 7,9. 15,6. FEB. 5,2. 8,0. MAR. 3,8. 5,2. 2.- Las aguas se captan gravitacionalmente, en ribera izquierda del río Longaví en un punto definido por las coordenadas UTM (km) N°:5.986,00 y E: 288,70. La restitución de las aguas se efectuará en la misma ribera en un punto de coordenadas UTM (km) N: 5.988,30 y E:284,60. La distancia entre los puntos de captación y el de restitución es de 4.680 m; y su desnivel es de 55 m. Las coordenadas UTM están referidas a la carta I.G.M. Achibueno, escala 1/50.000, Datum Provisorio Sudamericano de 1956. 3.- El titular del derecho de aprovechamiento deberá dejar pasar aguas abajo del punto de captación un caudal no inferior a 900l/s para preservar el equilibrio ecológico. **SEGUNDO:** Por el presente acto e instrumento don **Alfredo Ramón Rock Tarud,** y expresamente para los efectos de lo dispuesto en el inciso tercero del artículo sexto del Código de Aguas, viene a través de esta escritura pública en declarar lo siguiente: **a.-** Que **renuncia** expresamente y en forma total al derecho de aprovechamiento no consuntivo de aguas constituido en su favor

ALIN ACEVEDO ROJAS
NOTARIO SUPLENTE

según consta en la Resolución de la Dirección General de Aguas, Región del Maule Nº 0001 de fecha veintisiete de Enero de dos mil nueve, reducida a escritura pública con fecha treinta de Abril de dos mil nueve en la Notaría de Talca de don Adolfo Pino Parra, Repertorio Nº 576-2009, e inscrita a fojas **ciento setenta y seis vuelta** número **trescientos sesenta,** en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Linares, del año **dos mil nueve**; **b.-** Que a más tardar dentro del plazo de diez días hábiles contados a partir de la fecha de suscripción del presente instrumento público, se obliga a requerir al Conservador de Bienes Raíces de Linares, con copia autorizada de la presente escritura pública de renuncia, que la misma sea anotada al margen de la inscripción de fojas **ciento setenta y seis vuelta** número **trescientos sesenta,** en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Linares, del año **dos mil nueve,** con el objeto de cumplir con lo requerido por el inciso tercero del artículo sexto del Código de Aguas, para formalizar la renuncia al derecho de aprovechamiento antes señalado.-. **TERCERO:** El renunciante deja constancia que ha efectuado la presente renuncia en razón a que su solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas presentada el año 1996 en el expediente administrativo ND -7-3-600 o ND 703-600 se encuentra plenamente vigente y en actual tramitación acorde lo resuelto por la sentencia de fecha 13 de enero de 2011 dictada por la Excma. Corte Suprema. De la presente renuncia, deberá tomarse nota al margen de la escritura citada en la estipulación precedente, y al margen de la inscripción de dominio fojas **ciento setenta y seis vuelta** número **trescientos sesenta,** en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Linares, del año **dos mil nueve,** respectivamente, debiendo dejarse constancia de dichas anotaciones al pie de la presente escritura.- **CUARTO:** Todos los gastos que se

//

//

deriven del presente instrumento serán de cargo de don Alfredo Rock Tarud.- **QUINTO:** Para todos los efectos del presente instrumento, las partes fijan domicilio en la ciudad de Talca.- **SEXTO:** Por el presente instrumento, los comparecientes confieren a don Guillermo Monsalve Mercadal, poder especial e irrevocable en los términos del Art. 241 del Código de Comercio, para que éste, pueda concurrir a suscribir en su nombre y representación uno o más instrumentos públicos, privados o minutas que corresponda, con el solo objeto de subsanar cualquier objeción, reparo, omisión u error que contenga el presente instrumento, pudiendo al efecto otorgar las rectificaciones, aclaraciones, minutas, complementaciones y demás modificaciones que corresponda. **SEPTIMO:** Se faculta al portador de copia autorizada de la presente escritura para requerir las inscripciones, subinscripciones y anotaciones que en derecho correspondan en los registros respectivos, especialmente en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Linares. Minuta redactada por el abogado don Guillermo Monsalve Mercadal.- En comprobante y previa lectura, firman los comparecientes. Di copia. Doy Fe.- Anotada en el Repertorio bajo el número: MIL DOSCIEN TOS CATORCE.-

ALFREDO RAMON ROCK TARUD 6.417.529-7

COPIA CONFORME A SU ORIGINAL
23 SEP 2013
DEL REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS TALCA

AIN ACEVEDO ROJAS
NOTARIO INTERINO
TALCA - CHILE

6:311.5
I 45
1993

INGENDESA

EMPRESA DE INGENIERIA INGENDESA S. A.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DIRECCION DE RIEGO

ANALISIS OPERACIONAL DEL EMBALSE DIGUA, VII REGION

INFORME FINAL

MARZO 1993

"ANALISIS OPERACIONAL EMBALSE DIGUA"
VII REGION

INFORME FINAL

INDICE

	MATERIA	PAGINA
CONCLUSIONES DE LA CONSULTORIA		
1.	INTRODUCCION	3
2.	RECOPILACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES	6
2.1	ANTECEDENTES PARA EL ESTUDIO HIDROLOGICO	6
2.1.1	ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	6
2.1.1.1	"ESTUDIO DE SIMULACION DEL SISTEMA DE RIEGO DIGUA".	6
2.1.1.2	"ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MAULE"	6
2.1.1.3	"ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA"	6
2.1.2	ESTADISTICAS D.G.A.	7
2.1.3	INFORMACION DIRECCION DE RIEGO SANTIAGO	7
2.1.4	INFORMACION DIRECCION REGIONAL DE RIEGO TALCA	7
2.2	ANTECEDENTES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO OPERACIONAL	7
2.2.1	ESTUDIO DE SIMULACION DEL SISTEMA DE RIEGO DIGUA	8
2.2.1.1	ANTECEDENTES LEGALES	9
2.2.1.2	ANTECEDENTES DE MODELACION COMPUTACIONAL	10
2.2.1.3	ANTECEDENTES HIDROLOGICOS	11
2.2.1.4	OTROS ANTECEDENTES	11
2.2.2	ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA	12
2.2.2.1	ESTUDIO HIDROLOGICO DEL SISTEMA	12
2.2.2.2	MODELO OPERACIONAL DE SIMULACION	13

	MATERIA	PAGINA
3.	**DETERMINACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DEL SISTEMA**	14
3.1	GENERAL	14
3.2	CAUDALES MEDIOS MENSUALES	14
3.2.1	CATO EN DIGUA	14
3.2.2	PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL	16
3.2.3	LONGAVI EN LA QUIRIQUINA	17
3.2.4	ANALISIS DE CONSISTENCIA	19
4.	**PRONOSTICO DE CAUDALES**	20
4.1	GENERAL	20
4.2	METODO DE PRONOSTICO	20
4.3	COEFICIENTES DE PRONOSTICO DE CAUDALES	21
4.3.1	CATO EN DIGUA (R.N.)	21
4.3.2	PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.)	22
4.3.3	LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (R.N.)	23
4.4	FORMA DE APLICACION DEL METODO DE PRONOSTICO	25
4.5	APLICACION DEL METODO DE PRONOSTICO A LA ESTADISTICA HISTORICA	26
4.6	COMPARACION DEL METODO DE PRONOSTICO PROPUESTO POR INGENDESA CON EL PROPUESTO EN EL INFORME "ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA", DE LA INGENIERO ZAIDA CONTADOR S.	26
4.7	CURVAS ENVOLVENTES DE LOS PRONOSTICOS DE CAUDALES	27
5.	**BASES CONCEPTUALES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO DEL SISTEMA DIGUA**	29
5.1	TOPOLOGIA DEL SISTEMA	29
5.2	DIAGRAMA DE FLUJO	31
5.3	PARAMETROS FISICOS Y OPERACIONALES	32
5.3.1	PARAMETROS FISICOS	32
5.3.2	PARAMETROS OPERACIONALES	33
5.4	DEMANDAS DE RIEGO	34
5.5	RECURSOS DE AGUA DEL SISTEMA	35
5.6	RESULTADOS DE UN PROCESO	38
6.	**VALORIZACION ECONOMICA DE UN PLAN DE CULTIVO**	40

	MATERIA	PAGINA
7.	**PROCESOS DE SIMULACION EFECTUADOS POR EL MODELO**	42
7.1	VERIFICACION DEL MODELO	42
7.2	SIMULACIONES DE OPERACION A LARGO PLAZO	44
8.	**INFRAESTRUCTURA DE SISTEMA DIGUA**	47

ANEXO I
ANEXO II
ANEXO III
ANEXO IV
ANEXO V

"ANALISIS OPERACIONAL EMBALSE DIGUA"

VII REGION

INFORME FINAL

CONCLUSIONES DE LA CONSULTORIA

Las conclusiones de la presente consultoría se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Los antecedentes recogidos en los informes analizados sumados a los obtenidos en terreno por el propio Consultor, se consideran suficientes y confiables para realizar el estudio de la operación del sistema Digua.

2. El objetivo principal del estudio cual es, definir el recurso agua y verificar la capacidad del sistema Digua para regar con seguridad su área de influencia, se cumplió a cabalidad.

   Los resultados del modelo obtenidos en modo "operación a largo plazo", permiten asegurar que las obras del sistema Digua están capacitadas para regar con 85 % de seguridad aproximadamente 27.800 há. Cabe hacer notar que las tasas de riego usadas en la modelación son las propuestas por el Consultor.

3. Las tasas de riego reales que se están usando en la actualidad son mayores que las teóricas recomendadas en el estudio. Se deduce que al modificar las tasas a los valores recomendados, se podría aumentar el área de riego de 19.600 a 27.800 há aproximadamente.

4. La correcta operación del modelo fue comprobada utilizando los valores reales de la operación del sistema Digua entregados por la Asociación de Canalistas para la temporada de riego 91/92, obteniéndose un buen ajuste entre los valores reales y los entregados por el modelo.

5. La operación del modelo en el modo "operación por temporada" permite valorizar adecuadamente los beneficios económicos esperados con un plan de cultivos dado. Este hecho constituye una poderosa herramienta en la toma de decisión anual de los usuarios del sistema Digua, para definir el plan de cultivos más adecuado a una hidrología pronosticada.

Los caudales pronosticados tienen un nivel de precisión aceptable, ya que corresponden a recesiones de cuencas pluviales.

6. Los caudales pronosticados para una temporada de riego en el sistema Digua tienen una baja importancia relativa, ya que más del 50 % del volumen que se requiere para la temporada, en la mayoría de los años ya se encuentra disponible en el embalse.

7. Finalmente se concluye que las obras hidráulicas del sistema Digua, en general se encuentran en buen estado, sin embargo se sugiere modernizar los mecanismos de los elementos mecánicos de las bocatomas motorizando sus compuertas. También se ha sugerido mejorar el sistema de comunicación entre los operadores de los equipos y la oficina de control de la operación.

1. INTRODUCCION

Con resolución D.G.O.P. Nº454 del 31.07.1992 el Ministerio de Obras Públicas aprobó la Propuesta Técnica y Económica realizada por INGENDESA, para desarrollar la Consultoría "Análisis Operacional del Embalse Digua, VII Región".

La presente Consultoría abarca la definición del recurso agua del Sistema Digua que es posible utilizar a través del conjunto de obras que lo forman, para diferentes seguridades hidrológicas; la elaboración de una metodología de pronósticos de los recursos mensuales del Sistema y finalmente la realización de un modelo operacional del Sistema que tiene como objetivo optimizar el uso de los recursos hídricos , entregando así herramientas técnicas que permitan a los usuarios del Sistema operar adecuadamente las obras que lo constituyen.

En el presente Informe se integran las materias tratadas en la primera y segunda etapa de la Consultoría y que se indican a continuación:

- Recopilación y análisis de antecedentes
- Determinación de los recursos del sistema
- Pronóstico de los recursos de las diferentes fuentes de agua del sistema Digua
- Modelo operacional del recurso agua del Sistema
- Optimización de la infraestructura del Sistema.

El embalse Digua se encuentra en la hoya del río Cato, en la provincia de Linares, VII Región. Está distante unos 30 km al oriente de la ciudad de Parral. El propósito de esta obra es regular los recursos de invierno y excedentes de primavera de los ríos Cato y Longaví. Tiene una capacidad de 220 millones de m^3 y es de regulación anual. Recibe los aportes de la hoya propia del río Cato y del río Longaví, a través de un canal alimentador de 6,2 km de longitud y 22 (m^3/s) de capacidad máxima. Este embalse entró en funcionamiento durante la temporada 1968-1969.

El embalse, sumado a los aportes del canal Perquilauquén - Cato (con 12 km de longitud y una capacidad máxima de 20 (m^3/s)), que toma sus aguas del río Perquilauquén y las entrega aguas abajo del embalse Digua, constituyen los aportes al Sistema Digua.

El área regada por este sistema alcanza a unos 18.000 há aproximadamente.

La hoya hidrográfica correspondiente al Sistema Digua se

muestra en la figura 1.1. En ésta se indican las estaciones fluviométricas que controlan las fuentes de agua que alimentan el Sistema.

En el punto 2 se resumen los antecedentes necesarios para realizar un análisis sistematizado que permita optimizar el uso de los recursos hídricos y la infraestructura de riego del Sistema Digua. Dichos antecedentes incluyen los necesarios para determinar los recursos históricos disponibles en las fuentes de agua que alimentaron al Sistema en el período 1952/53-1989/90.

La determinación de los recursos históricos se hizo sobre la base de las estadísticas fluviométricas de las estaciones que controlan las fuentes, publicadas en la bibliografía que se detalla en el punto 2.1.1 del presente informe, las que se revisaron y corrigieron de acuerdo a la información disponible.

El método de pronóstico de caudales desarrollado en el punto 4, permite predecir, a fines del mes de Agosto de cada año, el monto de los recursos de las diferentes fuentes de agua del Sistema. Este pronóstico será objeto de un seguimiento a fines de los meses de Septiembre y de Octubre, ajustando los valores mensuales siguientes a una curva de recesión más probable.

Sobre la base de los antecedentes mencionados se elaboró el modelo operacional el cual permite efectuar una evaluación anticipada de los beneficios económicos que se obtendrían con un determinado plan de cultivos en una temporada de riego. Este modelo sería utilizado por la Organización de Usuarios del Sistema Digua para efectuar recomendaciones a sus asociados respecto de qué y cuánto sembrar en la temporada de riego.

Esto se ha conseguido a través de representar con la mayor fidelidad las fuentes de recursos con que cuenta el sistema y su manejo por parte de los regantes, con las mismas relaciones y datos básicos que ellos utilizan normalmente en la planificación de una temporada.

La evaluación económica de un plan de cultivos es efectuada por el programa sobre la base de las producciones por hectárea, precios de los productos y costos de producción por hectárea que son conocidos por los regantes y que podrán mantenerse actualizados en la misma base de datos que es utilizada para los cálculos. Como criterio básico se ha establecido que el programa entregue el déficit o superávit de agua para riego que se obtendría con un plan de cultivos, a fin que este resultado permita al usuario ajustar la cantidad de hectáreas y los tipos de cultivos a la disponibilidad real de recursos.

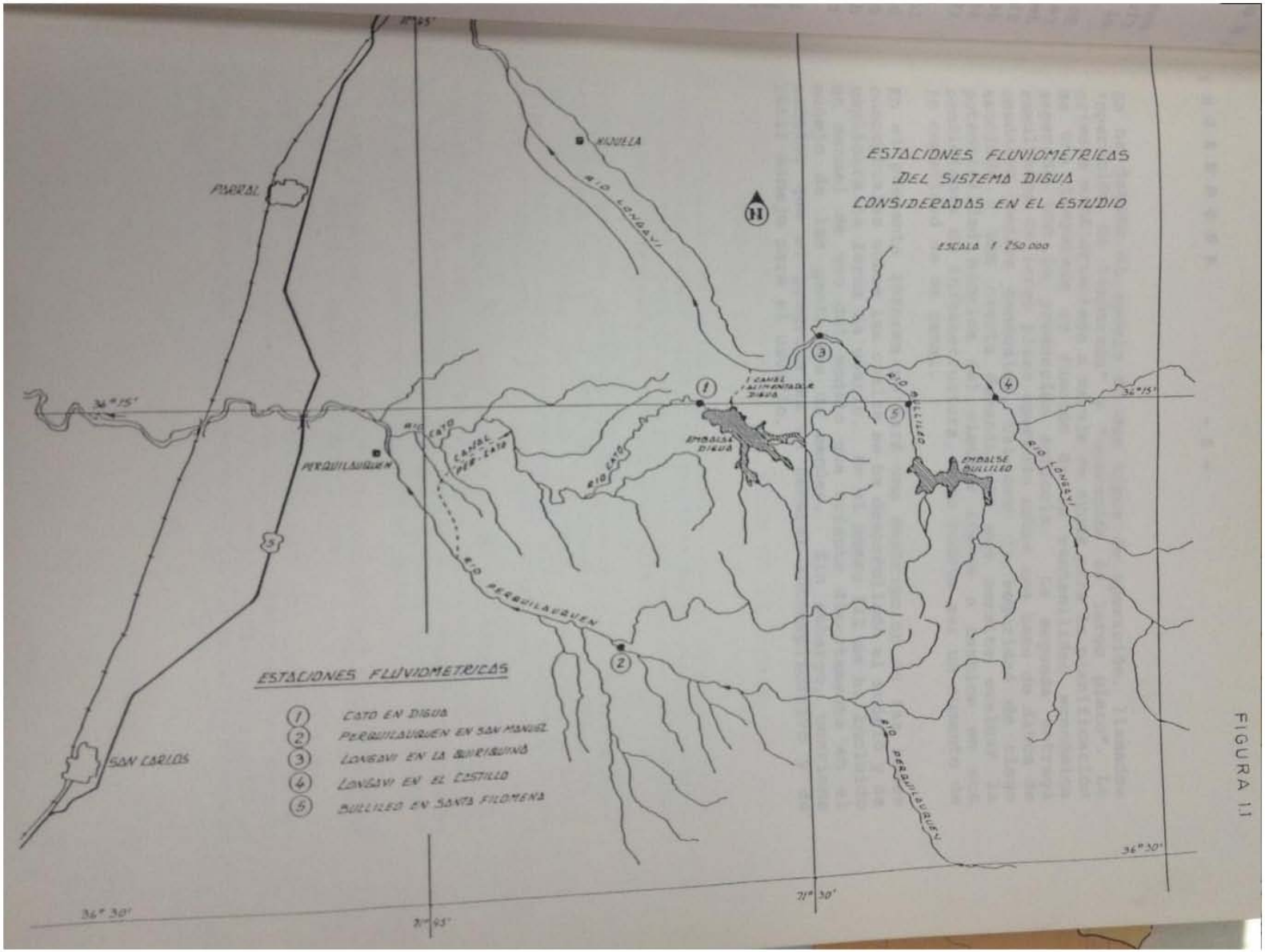

ESTACIONES FLUVIOMETRICAS
DEL SISTEMA DIGUA
CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO
ESCALA 1:250.000
PARRAL
HIJUELA
RIO LONGAVI
PERQUILAUQUEN
RIO CATO
CANAL PER-CATO
RIO CATO
CANAL ALIMENTADOR DIGUA
EMBALSE DIGUA
RIO BULLILEO
EMBALSE BULLILEO
RIO LONGAVI
RIO PERQUILAUQUEN
RIO PERQUILAUQUEN
SAN CARLOS
ESTACIONES FLUVIOMETRICAS
1 CATO EN DIGUA
2 PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL
3 LONGAVI EN LA QUIRIQUINA
4 LONGAVI EN EL CASTILLO
5 BULLILEO EN SANTA FILOMENA
36°15'
36°30'
71°30'
71°45'

FIGURA 1.1

Se ha dotado al modelo de dos tipos de operación, llamadas "operación de temporada" y "operación de largo plazo". La primera está orientada a servir de ayuda para la planificación de una temporada en función de la rentabilidad económica esperada con la producción agrícola. La segunda entrega resultados de largo plazo operando sobre una base de datos de caudales medios mensuales, tal como la seguridad de riego asociada a una cierta demanda, lo que permite evaluar la potencialidad hídrica del sistema frente a cambios en sus condiciones de infraestructura, como podría ser un aumento de la capacidad de un canal.

En el presente informe se hará una descripción de las bases conceptuales sobre las cuales se ha desarrollado el modelo y se explicará la forma de usarlo. En el anexo III se ha incluido un manual de uso del modelo que orienta directamente en el manejo de las pantallas de menúes. Sin embargo, conviene señalar que el programa es en general autoexplicativo y de fácil manejo para el usuario.

2. RECOPILACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES

2.1 ANTECEDENTES PARA EL ESTUDIO HIDROLOGICO

2.1.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Los antecedentes bibliográficos consultados para la realización del estudio hidrológico, se indican a continuación. Se incluye además un resumen de la información de interés para el presente estudio.

2.1.1.1 "ESTUDIO DE SIMULACION DEL SISTEMA DE RIEGO DIGUA". DIRECCION DE RIEGO, 1990.

En este estudio se incluyen las estadísticas de caudales medios mensuales en régimen natural de las estaciones Cato en Digua, Perquilauquén en San Manuel y Longaví en la Quiriquina. El período estudiado corresponde a los años 1952/53 al 1987/88.

2.1.1.2 "ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MAULE". CEDEC, 1977.

En este estudio se incluyen las estadísticas de caudales medios mensuales en régimen natural de las tres estaciones de control indicadas en el párrafo anterior, pero en este caso el período estudiado corresponde al 1942/43 - 1975/76.

También incluye, para el mismo período, las estadísticas correspondientes a las estaciones Longaví en el Castillo y Bullileo en Santa Filomena (régimen natural). Estas estadísticas sirvieron para verificar algunos valores dudosos de las estadísticas de las estaciones de control.

Además, incluye las estadísticas de caudales medios de regulación de los embalses Digua y Bullileo hasta el año 1975/76. La regulación de los embalses influye directamente sobre el régimen natural de las estaciones que se ubican aguas abajo de éstos, según se explica en el punto 3.2

2.1.1.3 "ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA", ZAIDA CONTADOR S. 1986.

Este estudio incluye las estadísticas de caudales medios mensuales en régimen natural de las tres estaciones de control, para el período 1948/49 - 1980/81. Además, incluye los caudales medios de regulación de los embalses Digua y Bullileo hasta el año 1980/81.

2.1.2 ESTADISTICAS D.G.A.

Otro antecedente considerado en el presente estudio lo constituye las estadísticas de caudales medios mensuales almacenados en el Banco Nacional de Aguas de la D.G.A.

Fueron consideradas las siguientes estaciones:

ESTACION	PERIODO DGA	OBSERVACION
Cato en Digua	1956/57 - 1984/85	
Perquilauquén en San Manuel	1953/54 - 1990/91	
Longaví en la Quiriquina	1937/38 - 1990/91	
Longaví en el Castillo	1964/65 - 1990/91	
Bullileo en Santa Filomena	1926/27 - 1984/85	

2.1.3 INFORMACION DIRECCION DE RIEGO SANTIAGO

Para la revisión y ampliación de las estadísticas en régimen natural de las estaciones de control, la Dirección de Riego Santiago facilitó a INGENDESA las planillas de operación diaria de los embalses Digua y Bullileo. Estas incluyen todos los aportes a los embalses, las entregas desde los mismos, y los volúmenes de regulación correspondientes. El período registrado en estas planillas para el embalse Digua es 1970 - 1992, y el correspondiente para el embalse Bullileo es 1943 - 1977.

2.1.4 INFORMACION DIRECCION REGIONAL DE RIEGO TALCA.

Con el mismo objetivo, la unidad de explotación regional de la Dirección de Riego facilitó a INGENDESA los caudales de regulación del embalse Bullileo correspondientes al período 1952/53 - 1991/92, como también los caudales medios mensuales registrados por la Oficina Regional en la estación Longaví en la Quiriquina, para el período 1937 - 1992.

2.2 ANTECEDENTES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO OPERACIONAL

En el presente punto se efectuará un análisis de los antecedentes recopilados que sirven de base para el desarrollo del Modelo de Simulación Operacional del Sistema Digua.

Existen una serie de estudios e informes que abarcan parcial o totalmente al embalse Digua y su red de canales asociada, los cuales han sido en su mayoría encargados por la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Publicas.

La prolongada existencia de este sistema de riego, que se inició con la puesta en servicio del embalse Digua en la temporada 1968 - 69, hace que la operación de las obras para el manejo de los recursos no revista mayores novedades para los usuarios y se constituya en parte de la información básica que disponen en forma normal.

Es así como los informes acerca de las etapas de proyecto y desarrollo del sistema Digua no resultan relevantes para la etapa de análisis que comprende la presente Consultoría.

El objetivo principal perseguido con el desarrollo del modelo fue lograr una optimización del sistema de riego del embalse Digua, para lo cual el modelo compatibiliza el recurso de agua disponible, que se supone fijo para una temporada, con la demanda en la medida que se destinen superficies distintas a cultivos diferentes. Para analizar el impacto económico de diferentes planes de cultivo, se incluyó en el modelo una valorización económica que permite comparar alternativas diferentes con un mismo patrón de medida y de este modo determinar la mejor alternativa de cultivo.

En este capítulo se analizarán separadamente los dos siguientes informes:

- "Estudio de Simulación del Sistema de Riego Digua", Depto. de Explotación, Dirección de Riego, Sept. 1990.(Estudio ESSRD).

- "Estudio Hidrológico y Operacional del Sistema Digua", Zaida Contador S., Memoria de Título de Ingeniero Civil, U. de Chile, 1986.(Estudio EHOSD).

Ambos informes resumen en su información básica los antecedentes provenientes de estudios anteriores.

2.2.1 ESTUDIO DE SIMULACION DEL SISTEMA DE RIEGO DIGUA

Este estudio (ESSRD) fue realizado el año 1990 por el Ingeniero del Depto. de Explotación de la Dirección de Riego Sr. Rodrigo Gómez. Este es un excelente trabajo en el cual se resumen en forma completa y detallada los antecedentes que deben ser tomados en cuenta para efectuar la operación simulada del sistema.

Los antecedentes no sólo están recopilados sino que se analizan y presentan en forma sistematizada para su empleo en la simulación.

Estos antecedentes se pueden clasificar en cuatro tipos:

- Antecedentes Legales
- Antecedentes de Modelación Computacional
- Antecedentes Hidrológicos
- Otros antecedentes

2.2.1.1 ANTECEDENTES LEGALES

Se presentan en fotocopias y/o se analizan sistemáticamente los siguientes antecedentes:

- Resolución Nº 18 de la D.G.A. del 18 de Enero de 1988, por la cual se constituyen derechos de aprovechamiento consuntivo de aguas superficiales a favor del Fisco por 182 millones de m^3 al año en el río Cato, de ejercicio permanente y continuo, y 25 m^3/s en el río Longaví, de ejercicio eventual y continuo.

- Decreto Nº 203, del 26 de Febrero de 1975, por el cual se reserva una cuota de hasta 20 m^3/s de los caudales del río Perquilauquén, durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre.

- Resolución Nº 1120 de la D.G.A., del 28 de Julio de 1978, por la cual se fijan, con carácter provisional, los roles de usuarios y la forma de distribución del agua de los canales Per-Fiscal y Per-Ñiquén. Se indican además, los caudales comprometidos fuera del sistema, que deben ser respetados al efectuar captaciones en los ríos.

Los conceptos contenidos en los documentos legales antes señalados se reducen en forma operativa a un conjunto de reglas especiales de captación de las bocatomas y canales del sistema.

Estas reglas se resumen a continuación:

- Derechos de agua del embalse Digua en el río Cato.

  Los 182 millones de m^3 al año que puede recibir el embalse Digua desde el río Cato obligan a llevar una contabilidad de los volúmenes entrantes, que se inicia en Enero de cada año. En la práctica esta condición no es considerada.

- Compromisos de riego de los ríos Longaví y Perquilauquén.

  Las captaciones del canal Alimentador del embalse en el río Longaví y del canal Per-Cato en el río Perquilauquén deben dejar pasar los caudales mensuales comprometidos

fuera del sistema, los cuales han sido establecidos por los documentos legales citados.

- Derechos de agua del canal Per-Cato.

  La captación del canal Per-Cato en el río Perquilauquén se reducirá a los caudales mensuales establecidos en los documentos legales citados, siempre que exista la disponibilidad una vez descontado el compromiso de riego fuera del sistema.

- Condición especial de captación en el río Longaví.

  El canal Alimentador puede captar sólo si el caudal en el río Longaví es superior a 4 m^3/s.

- Demanda del canal Municipal Quillaimo.

  Son caudales mensuales que son extraídos del canal Alimentador del embalse Digua en primera prioridad y que corresponden a la demanda de riego del sector Municipal Quillaimo, considerado fuera del sistema.

En el informe ESSRD se examina la obligatoriedad de respetar las reglas anteriores en cada caso particular, lo que da lugar a distintos juegos de valores para los volúmenes y caudales especificados en cada regla. El examen realizado se considera suficiente para justificar la operatoria de simulación realizada.

2.2.1.2 ANTECEDENTES DE MODELACION COMPUTACIONAL

El programa elaborado en el informe ESSRD aprovecha programas anteriores desarrollados en la misma Dirección de Riego y los modifica en lo pertinente.

Del programa final utilizado en las simulaciones que se muestran en el informe cabe destacar algunos aspectos.

Los caudales comprometidos en riego fuera del sistema se restan algebraicamente de los afluentes y en igual forma los volúmenes que exceden al derecho de captación en el río Cato del embalse Digua. La interpretación física de estas restas implica que estos caudales y volúmenes son extraídos del flujo de los ríos en lugares puntuales en lugar de circular a través de las conducciones del sistema. Si bien esta lógica no es una fiel representación de la realidad, se considera adecuada para todo efecto y no altera la confiabilidad de los resultados.

Se considera los terrenos regados en el sistema como si estuvieran reunidos en un sólo sector de riego que plantea su demanda en el río Cato aguas abajo de la entrega del canal Per-Cato. Esto es adecuado cuando se desea estudiar los resultados del sistema a nivel global, sin embargo se replantea en forma diferenciada en la presente Consultoría.

Por otro lado, el planteamiento de una demanda única indica que todos los subsectores poseen una participación equivalente en la propiedad de las aguas, tanto de las almacenadas en el embalse Digua como las corrientes en el río Perquilauquén y las aguas de recuperaciones.

En la práctica, la propiedad de las aguas es cambiante en razón de las transacciones entre usuarios, motivo por el cual es aconsejable implementar en el modelo variables con la que pueda ser representada.

El informe ESSRD usó como criterio de falla el indicado en el Reglamento de la ley 18.450 sobre Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje y lo comparó con el criterio utilizado en simulaciones anteriores. Al respecto se debe señalar que se considera adecuado utilizar este criterio de falla por cuanto no ofrece resultados sustancialmente distintos a otros criterios y la extensión alcanzada por su uso en la actualidad la convierte en una norma de medición objetiva.

2.2.1.3 ANTECEDENTES HIDROLOGICOS

Los antecedentes hidrológicos, tanto pluvio como fluviométricos, fueron analizados en forma extensa en el punto 2.1 del presente informe.

Al respecto cabe mencionar únicamente que el programa de simulación utilizado en el informe ESSRD no considera la utilización de pronósticos para hacer una planificación de cultivos en una temporada. Ello no es limitante dentro del esquema de resultados de este programa, pues lo que se desea medir es la seguridad de riego que cuenta en su abastecimiento una cierta demanda potencial, la cual se mantiene constante a lo largo del período de simulación.

2.2.1.4 OTROS ANTECEDENTES

Entre los antecedentes contenidos en el informe ESSRD se encuentran mediciones de recuperaciones de riego aprovechadas en los esteros del río Perquilauquén, las cuales tendrían origen en derrames desde las zonas regadas por el canal matriz

Digua.

Se aprecia de los datos una buena correlación entre el caudal del canal matriz Digua y los caudales detectados en los esteros indicados, representando estos últimos entre un 30% y un 40% del gasto en bocatoma del primero.

Los caudales de los esteros del río Perquilauquén han dado origen a solicitudes de derechos de agua que alcanzan a un 89% del total registrado.

El modelo de simulación no considera estas recuperaciones ni otras que pudieran existir con lo cual arroja resultados conservadores.

Cabe señalar que las recuperaciones han recibido en la presente Consultoría, un tratamiento muy diferente del indicado en el informe ESSRD, el cual será explicado en los capítulos correspondientes a la elaboración del modelo.

2.2.2 ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA

Este estudio (EHOSD) corresponde a una memoria de título de la Ingeniero Civil de la Universidad de Chile Zaida Contador y data del año 1986.

El trabajo consta de dos partes principales:

- Estudio hidrológico del sistema.
- Modelo operacional de simulación.

Es un trabajo de excelente nivel que tiene por objeto un análisis del sistema para conseguir un uso óptimo de los recursos regulados en el embalse Digua.

2.2.2.1 ESTUDIO HIDROLOGICO DEL SISTEMA

En el informe EHOSD se efectúa una completa recopilación y procesamiento de la información pluvio y fluviométrica a objeto de utilizar las estadísticas como información de entrada al modelo de simulación. Asimismo, se desarrolla un método de pronóstico de los escurrimientos, el cual serviría de base para la planificación de temporada en el sistema.

Los temas anteriores son suficientemente analizados en los capítulos de hidrología de esta Consultoría.

2.2.2.2 MODELO OPERACIONAL DE SIMULACION

Como parte del estudio EHOSD se desarrolla un modelo de simulación en dos versiones para dos tipos de enfoque.

Con el modelo A se efectúa una evaluación de la potencialidad hídrica del sistema de una manera similar al informe de la Dirección de Riego descrita en el punto anterior. Esto es, se plantean demandas constantes para toda la estadística y se determina la seguridad con la cual esta demanda es satisfecha.

En el modelo B se incorpora la metodología de pronósticos con lo cual se definen las restricciones a la demanda anual de riego.

En las operaciones realizadas con los modelos se definió la demanda nominal de riego del sistema a partir de la distribución de cultivos encuestada en la temporada 1982-83. Las simulaciones realizadas concluyeron que un nivel de demanda recomendable es de 21.000 há que pueden ser regadas con seguridad de 85%.

Por otra parte, la operación del modelo permitió concluir que las capacidades actuales de las obras no son limitantes para el aprovechamiento de los recursos hídricos en el sistema.

3. DETERMINACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DEL SISTEMA

3.1 GENERAL

Con el objeto de definir los recursos disponibles del Sistema Digua, se determinaron las estadísticas de caudales medios mensuales en régimen natural de las estaciones fluviométricas que controlan dichos recursos; a saber:

- Cato en Digua
- Perquilauquén en San Manuel
- Longaví en la Quiriquina

La metodología general consistió en recopilar y revisar la información disponible en la bibliografía respecto de las estadísticas antes mencionadas, y dependiendo de la calidad de éstas, corregir algunos valores o recalcular algún período parcial o la totalidad de ella.

Para tal revisión se consideró tanto la información actualizada y disponible en el Banco Nacional de Aguas de la D.G.A., como la información entregada directamente por la Dirección de Riego en Santiago y la Dirección Regional de Riego en Talca. La información considerada consistió en las estadísticas necesarias para restituir el régimen natural de las tres estaciones de control. Es decir:

- Estadísticas de caudales observados en las estaciones de control.
- Estadísticas de caudales de regulación de los embalses ubicados aguas arriba de tales estaciones.
- Estadísticas de caudales de los canales ubicados aguas arriba de las mismas estaciones.

Una vez que las estadísticas en régimen natural fueron revisadas y corregidas, éstas se ampliaron al nuevo período de estudio 1952/53 - 1989/90. Finalmente se realizó un análisis de consistencia de las mismas mediante curvas doble másicas anuales.

3.2 CAUDALES MEDIOS MENSUALES

3.2.1 CATO EN DIGUA

La estación fluviométrica de Cato en Digua se encuentra ubicada inmediatamente aguas abajo del Embalse Digua, el que entró en operación en Diciembre de 1968.

Esta sección fue controlada por la Dirección General de Aguas desde 1947 mediante limnímetro y desde Agosto de 1956 mediante limnímetro y limnígrafo.

Dada la ubicación de la estación, los gastos controlados hasta Noviembre de 1968 corresponden al régimen natural del río.

Luego de esta fecha, la sección se encuentra influenciada por la operación del Embalse Digua y los aportes provenientes del canal Alimentador Digua, que proporciona recursos desde el río Longaví. Así para restituir el régimen natural se debe aplicar la siguiente relación :

$$CD\ (R.N.) = CD\ (OBS) \pm REG - CAD \qquad (1)$$

en que :

CD (R.N.)	=	Cato en Digua régimen natural
CD (OBS)	=	Caudal controlado en la estación Cato en Digua
REG	=	Caudal de regulación del embalse Digua
CAD	=	Caudal aportado por el canal Alimentador Digua.

Dado que esta estación fue suprimida el año 1985, el régimen natural en este punto se debe obtener a partir de ese año, de las planillas de operación diaria del embalse que controla el personal técnico del Departamento de Explotación de la Dirección de Riego.

Para determinar la estadística en régimen natural de esta sección, se tomó como base la estadística publicada por la Dirección de Riego en su informe "Estudio de Simulación del Sistema de Riego Digua", de 1990 (Ingeniero Rodrigo Gómez). Esta se revisó y comparó con las publicadas en el resto de la bibliografía. Asimismo, se verificó utilizando tanto la información disponible en la D.G.A., como la facilitada por la Dirección de Riego.

La revisión arrojó los siguientes resultados:

- La estadística correspondiente al período 1952/53 - 1969/70 presenta algunas diferencias con el informe de la ingeniero Zaida Contador (punto 2.1.1.3), en especial en los meses con valores rellenados en este último informe. Sin embargo, coincide perfectamente con la publicada en el informe CEDEC (punto 2.1.1.2), la que es una estadística bastante confiable. Asimismo, se verificó además, la

estadística correspondiente al período no influenciado por el embalse (MAY 52 - NOV 68), mediante una comparación con la estadística disponible en la D.G.A., encontrándose diferencias poco significativas.

- La estadística correspondiente al período 1970/71 - 1987/88 tiene algunas diferencias significativas con la publicación 2.1.1.2 (CEDEC) en el período común, al igual que con la publicación 2.1.1.3 (Z. Contador). Sin embargo, un análisis detallado de las planillas de operación del embalse Digua mostró la buena calidad de la estadística del informe de la Dirección de Riego.

De esta forma, se pudo concluir que la estadística de Cato en Digua régimen natural publicada en el informe de la Dirección de Riego (punto 2.1.1.1), es confiable y se acepta sin modificaciones.

Dicha estadística se amplió hasta el año 1989/90 en base a la información contenida en las planillas de operación del embalse Digua. Esta se muestra en el Cuadro 3.1.

En el Cuadro 3.2 se incluyen los caudales medios y estadígrafos de dispersión correspondientes.

3.2.2 PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL

La estación fluviométrica Perquilauquén en San Manuel se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca del río Perquilauquén inmediatamente aguas arriba de las primeras bocatomas de canales de riego.

Instalada el año 1930 contó inicialmente con un limnímetro y sección de aforos. En Mayo de 1953 se completó la estación con un limnígrafo el cual funciona normalmente hasta la fecha. Esta sección es controlada por la Dirección General de Aguas.

No habiendo bocatomas de canales aguas arriba de la estación, salvo el canal San Manuel N° 1 con derechos del orden de 0,15 m^3/s, el régimen natural queda representado por el caudal controlado en la sección.

De igual forma que el caso de Cato en Digua, la estadística definitiva de Perquilauquén en San Manuel se obtuvo tomando como base la publicada en el informe "Estudio de Simulación del Sistema de Riego Digua" de la Dirección de Riego. Esta se revisó y comparó con las publicadas en el resto de la bibliografía, y se verificó utilizando la información disponible en el Banco Nacional de Aguas de la D.G.A.

La revisión arrojó los siguientes resultados:

- La estadística correspondiente al período 1952/53 - 1975/76 concuerda con las publicadas en los otros dos informes (puntos 2.1.1.2 y 2.1.1.3), con excepción de los meses FEB, MAR, ABR y MAY de 1962, los que se corrigen haciendo válidos los publicados en el informe CEDEC (punto 2.1.1.2).

  Una verificación posterior de toda la estadística de este período (1952/53 - 1975/76), realizada con la información del Banco Nacional de Aguas de la D.G.A., mostró que en general los valores son similares a estos últimos, con dispersiones menores del 10%. Sin embargo, hay 7 valores en este período cuya desviación es mayor del 10%, y por lo tanto en estos casos se hacen válidos los datos de la D.G.A. Dichos valores corresponden a SEP 53, ENE 54, ENE 58, JUN 61, ENE 62, ENE 69 Y JUN 72.

- La estadística correspondiente al período 1976/77 - 1980/81 es distinta a la publicada en el informe del punto 2.1.1.3 (Z. Contador). Así, para este período se hicieron válidos los valores publicados en el informe de la Dirección de Riego, sujetos a correcciones por discrepancias con la estadística de la D.G.A. No hubo correcciones de este tipo en el período.

- La estadística correspondiente al período 1981/82 - 1987/88 presenta bastante dispersión con respecto a los datos de la D.G.A., por lo que aquellos valores con más de un 10% de dispersión se corrigen aceptando como válidos estos últimos. En este período se corrigieron 32 valores.

Una vez corregida la estadística, ésta se amplió hasta el año 1989/90 utilizando la información disponible en la D.G.A. La estadística completa se presenta en el Cuadro 3.3.

En el Cuadro 3.4 se incluyen los caudales medios y estadígrafos de dispersión correspondientes.

3.2.3 LONGAVI EN LA QUIRIQUINA

La estación de Longaví en la Quiriquina se encuentra ubicada unos 3 km aguas abajo de la confluencia del río Bullileo con el Longaví. El control de esta sección se inicia en Abril de 1937 mediante un limnímetro. Posteriormente la instalación se completa con un limnígrafo que funciona desde Abril de 1949 hasta la fecha.

Debido a que aguas arriba de la sección de control se encuentra el embalse Bullileo, para restituir el régimen natural es necesario agregar a los valores observados los correspondientes a los caudales de regulación mensual del embalse Bullileo.

La estadística de Longaví en la Quiriquina en régimen natural quedará entonces determinada por la relación:

$$LQ(R.N.) = LQ(OBS) \pm REG \qquad (2)$$

en que:

LQ(R.N.) = Longaví en la Quiriquina régimen natural

LQ(OBS) = Caudales observados en Longaví en la Quiriquina

REG = Caudal de regulación del embalse Bullileo.

La metodología seguida para determinar la estadística del caudal medio mensual en régimen natural fue análoga a los casos anteriores, tomando como base la estadística publicada por la Dirección de Riego en su informe "Estudio de Simulación del Sistema de Riego Digua", de 1990 (Ingeniero Rodrigo Gómez). Esta se revisó y corrigió de acuerdo al resto de la bibliografía y a los otros antecedentes disponibles.

La revisión arrojó los siguientes resultados:

- La estadística publicada como régimen natural en el informe de la Dirección de Riego (punto 2.1.1.1) no coincide con las publicadas en los informes CEDEC (punto 2.1.1.2) y de la Ingeniero Zaida Contador (punto 2.1.1.3). Estas dos últimas coinciden bien entre sí con la excepción de algunos valores que fueron rellenados.

- Al comparar la estadística de la Dirección de Riego con la observada por la D.G.A. en la estación, se pudo comprobar que la primera estadística corresponde al régimen observado y no al régimen natural. Es decir, falta agregar el efecto de la regulación del embalse Bullileo.

- Debido a lo anterior, para el período 1952/53 - 1975/76 se considera como estadística en régimen natural de la estación Longaví en la Quiriquina la publicada en el informe CEDEC (PUNTO 2.1.1.2). Esta se verificó utilizando los valores observados por la DGA en la estación y los datos de regulación del embalse Bullileo proporcionados

por la Dirección de Riego.

- El período 1976/77 - 1987/88 se recalculó utilizando la estadística de la DGA y los datos de regulación proporcionados por la Dirección de Riego.

Una vez corregida la estadística, ésta se amplió hasta el año 1989/90 utilizando las mismas fuentes de información. La estadística completa se presenta en el Cuadro 3.5.

En el Cuadro 3.6 se incluyen los caudales medios y estadígrafos de dispersión correspondientes.

Adicionalmente, se entrega en el Cuadro 3.7 la estadística observada en la estación. Esta se determinó tomando como base la estadística publicada por la Dirección de Riego en su informe "Estudio de Simulación del Sistema de Riego Digua", la que se verificó, corrigió y amplió hasta el año 1989/90 de acuerdo a la información que mantiene la D.G.A. en su Banco Nacional de Aguas. Algunos meses, para los cuales la D.G.A. no tiene información, se corrigieron en base a la estadística en régimen natural y a los datos de regulación del embalse Bullileo.

3.2.4 ANALISIS DE CONSISTENCIA

Con el objeto de verificar la consistencia de las estadísticas determinadas anteriormente, se dibujaron curvas doble másicas de los caudales anuales.

La estación que se ha tomado como base de comparación es Perquilauquén en San Manuel, debido a que el caudal observado es directamente el régimen natural. El régimen natural de Cato en Digua y de Longaví en la Quiriquina es calculado, y por lo tanto menos confiable por el hecho de incorporar otras variables como es la regulación de los embalses.

Estas curvas se muestran en las figuras 3.1 y 3.2, en las que se puede ver que existe una sola tendencia. Por esto las estadísticas se consideran satisfactorias.

En la figura 3.3 se muestra la variación estacional del caudal promedio de las tres estaciones analizadas. Aquí se puede ver que los tres ríos tienen un comportamiento predominantemente pluvial, con una pequeña componente nival en el caso del río Longaví.

CATD3
CATO

17-Aug-92
04:05 PM

CUADRO Nº 3.1

CATO EN DIGUA (R.N.)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

A\O	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Qa	SEP-ABR
52/53	3.4	5.1	4.2	9.0	2.3	2.6	0.7	0.4	0.9	0.2	0.3	0.5	2.5	1.0
53/54	9.2	4.5	23.0	27.0	28.1	3.7	2.1	1.0	0.4	0.7	0.3	2.3	8.5	4.8
54/55	4.0	7.4	23.7	5.5	3.2	1.8	1.3	0.9	0.4	0.6	0.4	1.0	4.2	1.2
55/56	1.4	23.7	4.1	8.5	6.6	2.4	0.8	0.5	0.7	0.3	0.8	1.4	4.3	1.7
56/57	3.8	3.3	21.7	13.7	5.5	3.1	1.2	0.6	0.1	0.1	0.3	0.1	4.5	1.4
57/58	2.0	5.8	3.8	21.4	4.3	1.9	1.1	1.0	0.4	0.2	0.2	0.3	3.5	1.2
58/59	1.6	20.5	14.4	17.6	7.1	2.2	2.8	0.6	0.4	0.4	0.5	7.7	6.3	2.7
59/60	7.2	8.6	15.8	7.4	10.5	3.3	1.2	0.6	0.4	0.2	0.7	0.8	4.7	2.2
60/61	0.7	17.8	8.0	4.3	4.7	3.8	1.3	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4	3.6	1.5
61/62	0.4	4.5	13.8	7.6	16.1	4.3	2.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	4.2	3.0
62/63	0.3	2.2	2.8	9.3	1.6	5.3	1.1	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	2.0	1.2
63/64	0.6	2.7	17.0	9.8	12.2	3.4	3.1	1.3	0.6	0.4	0.7	0.5	4.4	2.8
64/65	0.7	1.2	2.5	7.1	3.2	1.6	0.9	0.9	0.5	0.5	0.3	5.6	2.1	1.7
65/66	10.7	11.6	20.4	23.0	4.5	8.1	2.9	2.6	0.9	0.5	0.4	0.7	7.2	2.6
66/67	1.7	17.8	21.0	9.3	5.3	3.4	1.9	3.1	1.1	0.3	0.6	0.5	5.5	2.0
67/68	5.1	7.7	2.8	4.4	5.8	3.5	1.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	2.7	1.5
68/69	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.8	0.7	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
69/70	1.3	22.2	11.0	11.9	6.8	2.1	1.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.3	4.9	1.5
70/71	0.3	6.6	12.3	8.9	3.2	2.5	1.3	0.8	2.0	0.7	0.3	0.4	3.3	1.4
71/72	4.4	7.2	11.4	11.0	3.7	3.4	1.4	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	4.0	1.7
72/73	22.5	22.0	8.3	17.3	14.4	12.9	5.6	3.2	0.6	2.5	0.9	0.8	9.3	5.1
73/74	3.9	4.4	9.9	4.3	0.5	3.2	0.2	0.2	1.0	1.0	0.7	0.3	2.5	0.9
74/75	3.1	16.1	8.6	7.8	2.9	1.5	0.7	1.4	2.2	2.4	0.7	2.1	4.1	1.7
75/76	6.4	16.3	22.2	8.5	4.5	8.3	2.6	6.5	2.9	3.0	0.7	0.6	6.9	3.6
76/77	1.2	6.6	2.0	2.0	3.5	7.6	2.3	5.2	3.2	1.3	0.8	0.9	3.1	3.1
77/78	2.6	2.8	23.1	11.6	4.6	7.1	2.3	1.9	2.0	2.0	0.3	0.6	5.1	2.6
78/79	1.7	2.8	23.6	3.5	16.4	9.7	8.8	2.9	2.0	0.4	0.8	0.7	6.1	5.2
79/80	1.6	1.2	8.8	16.7	10.6	3.3	4.0	2.9	2.0	0.8	1.7	7.5	5.1	4.1
80/81	15.3	16.2	13.6	8.4	3.7	6.6	4.1	3.5	1.6	2.3	3.2	1.0	6.6	3.3
81/82	16.7	9.1	6.4	9.4	10.4	2.9	1.6	1.9	1.0	0.5	0.4	0.8	5.1	2.4
82/83	3.9	18.4	16.4	9.9	14.7	11.2	3.4	1.8	2.2	1.1	0.4	0.4	7.0	4.4
83/84	1.3	8.0	11.2	4.0	4.4	2.3	0.8	1.5	0.9	0.3	0.6	0.9	3.0	1.5
84/85	5.1	7.5	23.0	6.8	8.9	4.9	3.9	2.4	0.8	0.8	0.4	1.7	5.5	3.0
85/86	4.7	4.5	11.8	3.3	4.2	4.3	1.4	1.0	1.8	0.4	0.8	1.4	3.3	1.9
86/87	15.7	23.3	7.3	9.1	4.3	3.9	7.5	1.6	2.1	0.6	0.8	0.6	6.4	2.7
87/88	1.3	2.4	14.0	9.0	7.3	7.7	1.4	1.5	1.9	1.1	0.7	1.1	4.1	2.8
88/89	1.1	6.4	8.0	11.6	4.3	3.4	1.0	1.5	1.2	0.9	0.5	0.7	3.4	1.7
89/90	0.9	1.9	5.2	6.4	2.2	0.9	0.3	2.0	0.6	0.9	0.8	1.8	2.0	1.2
PROM.	4.4	9.2	12.0	9.6	6.8	4.3	2.2	1.6	1.1	0.8	0.6	1.3	4.5	2.3
STD	5.2	7.1	7.1	5.7	5.4	2.8	1.8	1.4	0.8	0.7	0.5	1.8	1.9	1.2

CUADRO Nº 3.2

CATO EN DIGUA (R.N.)

CAUDALES MEDIOS Y ESTADIGRAFOS DE DISPERSION
Período 1952/53-1989/90

MES	$\bar{Q}$ (m3/s)	$\sqrt{}$ (m3/s)	Cv	Qmáx (m3/s)	Qmín (m3/s)
MAY	4.4	5.2	1.2	22.5	0.3
JUN	9.2	7.1	0.8	23.7	0.3
JUL	12.0	7.1	0.6	23.7	0.1
AGO	9.6	5.7	0.6	27.0	0.2
SEP	6.8	5.4	0.8	28.1	0.1
OCT	4.3	2.8	0.7	12.9	0.8
NOV	2.2	1.8	0.8	8.8	0.2
DIC	1.6	1.4	0.8	6.5	0.2
ENE	1.1	0.8	0.7	3.2	0.1
FEB	0.8	0.7	0.9	3.0	0.1
MAR	0.6	0.5	0.8	3.2	0.1
ABR	1.3	1.8	1.4	7.7	0.1
ANUAL	4.5	1.9	0.4	9.3	0.3

$\bar{Q}$: Caudal medio mensual o anual
$\sqrt{}$: Desviación estándar
CV : Coeficiente de variación
Qmáx : Valor máximo de los caudales medios de cada mes o anuales
Qmín : Valor mínimo de los caudales medios de cada mes o anuales

PERQ4
PERQ3

26-Aug-92
12:45 PM

CUADRO Nº 3.3

PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N)

C A U D A L E S M E D I O S M E N S U A L E S (mJ/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Qa	SEP-ABR
52/53	32.0	48.0	47.0	24.5	29.0	24.0	12.0	8.0	6.5	4.0	3.0	7.0	20.4	11.7
53/54	95.0	43.6	73.7	110.0	155.0	48.7	43.5	23.4	12.2	8.5	5.5	10.0	52.4	38.4
54/55	23.8	113.0	42.3	63.2	38.8	35.0	30.1	20.0	14.4	9.9	2.5	3.5	33.0	19.3
55/56	16.3	98.3	36.0	38.7	37.6	28.7	15.7	13.4	16.5	4.3	11.6	18.0	27.9	18.2
56/57	45.0	21.0	69.7	53.8	30.8	33.6	22.0	7.5	3.7	3.6	2.0	2.2	24.6	13.2
57/58	35.3	37.0	48.5	93.0	43.9	31.2	27.0	24.4	9.7	7.4	3.6	3.1	30.3	18.8
58/59	34.2	46.3	52.6	61.6	57.0	42.6	41.4	12.7	9.6	5.0	3.5	91.7	38.2	32.9
59/60	68.9	63.3	147.0	50.6	76.5	44.4	28.2	11.9	8.9	7.9	5.0	6.2	43.2	23.6
60/61	5.4	47.8	55.0	30.4	34.8	52.5	22.8	14.7	7.8	8.0	16.8	2.6	24.9	20.0
61/62	4.7	44.7	34.5	43.8	86.2	81.6	35.0	19.3	5.0	1.7	1.7	1.0	29.9	28.9
62/63	13.5	33.7	13.8	44.4	14.0	34.0	14.4	10.2	3.8	2.8	1.5	1.6	15.6	10.3
63/64	8.0	26.6	68.6	85.6	94.3	51.2	51.0	26.9	14.5	9.0	3.1	1.9	36.7	31.5
64/65	2.1	16.7	31.1	36.4	42.7	25.3	12.2	19.9	7.8	5.5	1.9	41.9	20.3	19.7
65/66	61.3	70.7	114.0	99.8	34.5	48.6	37.9	23.3	4.3	2.0	1.9	4.2	41.9	19.6
66/67	17.3	80.7	93.8	49.4	79.5	42.5	24.4	59.8	16.8	12.1	5.0	3.3	40.4	30.4
67/68	46.6	27.9	26.7	50.7	46.4	58.4	30.0	14.5	7.0	6.7	6.7	5.2	27.2	21.9
68/69	2.0	2.8	5.1	20.9	15.6	17.0	17.9	11.7	5.9	2.3	2.1	7.8	9.3	10.0
69/70	55.5	141.0	76.8	73.9	49.6	28.1	21.1	11.6	5.0	3.6	4.2	2.5	39.4	15.7
70/71	9.1	149.0	77.7	70.7	31.5	34.2	22.6	24.9	8.4	5.5	3.4	3.1	36.7	16.7
71/72	61.8	43.9	111.0	82.3	37.8	40.2	19.9	20.6	7.3	3.0	4.2	3.2	36.3	17.0
72/73	120.0	16.2	67.4	124.0	92.8	88.2	54.0	19.3	7.5	4.1	2.3	2.0	49.8	33.8
73/74	30.0	40.0	80.0	36.0	23.1	49.7	27.4	13.0	2.4	2.2	5.5	4.0	26.1	15.9
74/75	37.7	115.0	51.6	39.6	33.2	28.1	17.2	9.7	4.1	8.6	2.8	12.0	30.0	14.5
75/76	62.5	125.0	146.0	52.2	32.7	32.4	27.6	16.2	6.8	6.0	4.5	7.8	43.3	16.8
76/77	11.0	88.7	29.3	27.4	33.6	70.7	39.1	11.4	6.4	6.6	5.5	2.8	27.7	22.0
77/78	31.5	57.3	157.0	79.5	56.7	70.2	45.4	19.8	10.7	4.5	2.3	1.8	44.7	26.4
78/79	15.5	38.0	48.7	24.1	55.3	71.1	54.5	15.2	5.2	2.7	2.1	1.9	27.9	26.0
79/80	21.9	12.4	96.2	137.0	76.5	26.0	29.5	29.8	5.7	10.2	12.4	72.0	44.1	32.8
80/81	125.0	120.0	57.7	47.7	23.4	21.7	12.2	7.8	5.1	3.2	3.0	8.2	36.3	10.6
81/82	156.0	59.9	43.6	49.6	40.6	22.0	11.5	4.5	2.9	2.9	2.4	3.7	33.3	11.3
82/83	47.6	114.0	119.0	54.0	43.5	82.1	31.0	16.0	8.1	4.3	2.5	3.8	43.8	23.9
83/84	15.3	74.3	64.5	44.4	31.5	30.3	16.6	5.7	2.5	1.9	1.7	2.1	24.2	11.5
84/85	34.8	50.4	126.0	36.0	56.4	64.0	40.3	23.5	6.1	4.4	4.4	9.9	38.0	26.1
85/86	57.5	35.4	83.1	20.7	34.9	44.6	26.8	7.9	4.4	2.3	2.1	16.3	28.0	17.4
86/87	93.7	159.9	48.3	67.8	27.8	28.9	47.7	16.5	4.5	4.3	3.2	3.3	42.2	17.0
87/88	9.1	27.0	112.2	81.0	61.0	65.7	24.7	9.1	3.4	1.1	1.6	1.6	33.1	21.0
88/89	5.9	52.8	51.9	81.3	35.9	28.1	19.7	8.6	3.3	1.7	1.4	0.9	24.3	12.4
89/90	1.6	21.4	32.3	54.7	31.0	20.9	14.0	6.5	2.3	1.5	19.0	18.8	18.7	14.2
PROM.	39.9	62.2	69.5	59.0	48.0	43.3	28.1	16.3	7.0	4.9	4.4	10.3	32.7	20.3
STD	36.8	40.9	37.3	27.9	26.8	18.9	12.2	9.6	3.8	2.8	4.0	18.5	9.6	7.4

CUADRO Nº 3.4

PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.)

CAUDALES MEDIOS Y ESTADIGRAFOS DE DISPERSION
Período 1952/53-1989/90

MES	$\bar{Q}$ (m3/s)	σ (m3/s)	Cv	Qmáx (m3/s)	Qmín (m3/s)
MAY	39.9	36.8	0.9	156.0	1.6
JUN	62.2	40.9	0.7	159.9	2.8
JUL	69.5	37.3	0.5	157.0	5.1
AGO	59.0	27.9	0.5	137.0	20.7
SEP	48.0	26.8	0.6	155.0	14.0
OCT	43.3	18.9	0.4	88.2	17.0
NOV	28.1	12.2	0.4	54.5	11.5
DIC	16.3	9.6	0.6	59.8	4.5
ENE	7.0	3.8	0.5	16.8	2.3
FEB	4.9	2.8	0.6	12.1	1.1
MAR	4.4	4.0	0.9	19.0	1.4
ABR	10.3	18.5	1.8	91.7	0.9
ANUAL	32.7	9.6	0.3	52.4	9.3

$\bar{Q}$: Caudal medio mensual o anual
σ : Desviación estándar
CV : Coeficiente de variación
Qmáx : Valor máximo de los caudales medios de cada mes o anuales
Qmín : Valor mínimo de los caudales medios de cada mes o anuales

LONG2
LONG1

17-Jul-92
05:11 PM

CUADRO Ng 3.5

LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (R.N.)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

A\O	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Qa	SEP-ABR
52/53	43.0	52.7	52.1	30.6	36.0	32.4	20.4	15.3	14.6	9.0	6.6	11.6	27.0	18.2
53/54	120.0	45.0	85.0	141.0	156.0	61.6	73.2	54.2	25.2	20.1	16.3	12.5	67.5	52.4
54/55	29.4	109.0	61.2	56.6	40.2	44.3	48.8	35.6	19.7	11.7	13.4	8.0	39.8	27.7
55/56	23.8	132.0	30.9	47.6	50.3	42.8	36.1	29.3	24.8	11.1	19.1	24.2	39.3	29.7
56/57	46.1	24.9	113.0	66.4	42.3	49.8	44.1	24.0	11.7	8.0	7.9	6.5	37.1	24.3
57/58	67.4	38.1	50.4	100.0	47.7	42.1	39.7	36.6	14.0	8.2	9.4	8.0	38.5	25.7
58/59	38.3	109.4	89.5	87.8	62.4	57.8	58.0	21.8	17.4	11.2	8.4	69.4	52.6	38.3
59/60	83.1	62.8	130.0	51.1	108.0	50.1	45.5	30.3	18.4	10.2	10.0	13.1	51.1	35.7
60/61	7.1	77.4	60.6	35.7	40.7	68.7	45.0	24.1	17.3	10.4	37.7	11.6	36.4	31.9
61/62	10.5	52.6	97.2	48.3	110.0	113.0	59.6	35.7	20.3	13.3	17.0	8.0	48.8	47.1
62/63	7.5	36.2	27.6	47.8	24.8	42.3	25.4	13.7	8.6	7.3	5.0	6.9	21.1	16.8
63/64	14.1	27.7	85.0	93.1	89.6	87.7	85.0	61.1	33.7	17.8	13.7	14.1	51.9	50.3
64/65	6.4	20.3	33.4	38.0	50.9	43.1	31.4	31.3	15.6	13.8	7.2	72.6	30.3	33.2
65/66	91.8	79.7	122.0	120.0	48.8	87.1	61.9	46.4	22.7	15.0	8.0	18.7	60.2	38.6
66/67	32.1	109.1	113.0	54.0	62.4	67.0	60.9	86.6	37.5	18.9	11.2	6.0	54.9	43.8
67/68	83.6	26.8	27.6	47.1	47.8	74.9	50.3	28.6	13.5	9.8	11.7	9.0	35.9	30.7
68/69	5.7	6.9	9.9	19.6	18.3	19.8	24.9	19.5	13.1	7.4	6.3	11.2	13.6	15.1
69/70	54.4	99.5	84.6	89.6	57.5	37.3	33.5	26.3	13.5	9.0	7.6	5.4	43.2	23.8
70/71	13.1	51.7	62.2	74.8	44.9	54.3	51.1	42.7	21.0	13.8	7.4	6.0	36.9	30.2
71/72	65.4	41.7	94.8	46.3	45.4	61.5	41.0	31.8	15.5	9.4	9.9	7.4	39.2	27.7
72/73	159.0	62.2	53.8	155.0	73.9	58.1	106.0	83.3	45.9	14.9	6.1	13.3	69.3	50.2
73/74	40.0	45.0	88.0	45.0	27.0	65.2	42.4	25.0	15.7	9.1	11.6	4.7	34.9	25.1
74/75	30.4	63.3	61.0	43.7	37.9	41.6	44.8	20.8	14.1	23.1	8.9	27.1	34.7	27.3
75/76	68.9	126.0	150.0	77.9	45.2	51.2	53.5	38.3	19.5	12.4	6.3	6.0	54.6	29.1
76/77	8.9	90.5	36.5	34.2	24.9	65.4	55.2	26.6	15.0	9.4	5.3	5.6	31.5	25.9
77/78	38.6	63.2	118.4	89.9	78.5	87.8	80.5	47.4	21.6	14.0	9.2	6.9	54.7	43.2
78/79	26.2	52.6	201.6	41.9	76.1	57.8	86.3	39.4	19.2	13.7	7.4	9.3	52.6	38.6
79/80	31.4	17.4	33.8	193.5	106.0	48.3	56.4	44.5	17.8	19.6	18.5	93.0	56.7	50.5
80/81	147.9	164.2	107.0	67.6	30.7	30.3	24.2	22.7	12.8	8.0	6.5	10.7	52.7	18.2
81/82	209.1	83.1	61.2	114.0	48.0	33.3	23.0	13.6	9.6	8.2	6.4	7.7	51.4	18.7
82/83	52.9	144.9	219.0	67.5	100.0	116.7	54.6	42.8	27.9	16.5	9.7	10.1	71.9	47.3
83/84	19.1	91.5	79.5	57.7	42.0	49.9	38.5	20.7	12.2	8.8	7.1	7.2	36.2	23.3
84/85	34.8	47.7	139.7	50.8	91.4	94.9	69.4	52.4	29.6	15.5	9.9	15.6	54.3	47.3
85/86	59.5	47.5	101.0	28.6	47.8	64.7	51.2	20.9	12.2	8.6	7.6	29.5	39.9	30.3
86/87	115.9	238.7	64.5	82.8	37.4	38.3	76.0	36.5	14.9	10.8	8.6	7.6	61.0	28.8
87/88	14.6	38.3	156.6	88.6	69.7	83.9	42.6	21.0	13.7	8.3	7.8	7.9	46.1	31.9
88/89	13.2	67.8	67.6	102.0	47.1	43.8	39.0	24.4	14.4	8.8	5.7	5.3	36.6	23.6
89/90	5.7	22.9	33.8	73.4	44.8	38.7	32.0	19.1	10.1	6.8	10.8	24.9	26.9	23.4
PROM.	50.5	70.3	84.3	71.3	58.2	58.1	50.3	34.1	18.5	11.9	10.2	16.4	44.5	32.2
STD	46.8	46.3	46.8	36.8	28.8	22.0	19.2	16.6	7.8	4.0	5.7	19.4	13.1	10.5

CUADRO Nº 3.6

LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (R.N.)

CAUDALES MEDIOS Y ESTADIGRAFOS DE DISPERSION
Período 1952/53-1989/90

MES	$\bar{Q}$ (m3/s)	∇ (m3/s)	Cv	Qmáx (m3/s)	Qmín (m3/s)
MAY	50.5	46.8	0.9	209.1	5.7
JUN	70.3	46.3	0.7	238.7	6.9
JUL	84.3	46.8	0.6	219.0	9.9
AGO	71.3	36.8	0.5	193.5	19.6
SEP	58.2	28.8	0.5	156.0	18.3
OCT	58.1	22.0	0.4	116.7	19.8
NOV	50.3	19.2	0.4	106.0	20.4
DIC	34.1	16.6	0.5	86.6	13.6
ENE	18.5	7.8	0.4	45.9	8.6
FEB	11.9	4.0	0.3	23.1	6.8
MAR	10.2	5.7	0.6	37.7	5.0
ABR	16.4	19.4	1.2	93.0	4.7
ANUAL	44.5	13.1	0.3	71.9	13.6

$\bar{Q}$: Caudal medio mensual o anual
∇ : Desviación estándar
CV : Coeficiente de variación
Qmáx : Valor máximo de los caudales medios de cada mes o anuales
Qmín : Valor mínimo de los caudales medios de cada mes o anuales

LONGI

04-Sep-92
11:52 AM

CUADRO No 3.7

LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (OBS.)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

A\O	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Qa
52/53	43.0	47.8	47.8	26.3	32.0	29.8	20.0	17.5	17.3	17.0	13.7	11.4	27.0
53/54	44.9	44.1	74.1	137.0	156.0	61.7	73.3	54.4	28.5	31.0	25.2	22.5	62.7
54/55	27.8	93.8	55.6	56.6	40.2	44.3	48.8	35.8	26.0	24.4	17.7	17.2	40.7
55/56	23.8	114.0	28.3	45.4	50.3	42.8	36.1	30.9	28.8	23.8	23.6	23.5	39.3
56/57	42.0	22.5	97.7	66.4	42.3	49.8	44.1	26.2	21.9	17.4	7.8	6.6	37.1
57/58	42.8	32.7	43.2	93.2	47.7	42.1	39.7	36.6	22.6	20.9	11.5	8.0	36.8
58/59	36.4	91.1	86.8	87.8	62.4	57.8	58.0	21.8	21.9	19.8	18.1	101.0	55.2
59/60	78.4	54.2	121.0	51.1	108.0	50.1	45.5	30.3	24.3	22.0	15.3	13.7	51.2
60/61	7.0	66.7	52.6	33.0	39.8	68.7	45.0	25.6	22.7	20.9	41.7	12.8	36.4
61/62	10.2	48.5	80.6	47.5	110.0	113.0	59.6	35.7	25.6	25.3	23.0	8.0	48.9
62/63	7.5	32.9	24.6	42.5	22.4	38.5	24.8	15.6	16.0	15.2	12.0	6.8	21.6
63/64	13.4	25.4	69.8	89.1	89.6	87.7	93.0	61.1	33.7	27.6	26.1	14.9	52.6
64/65	6.2	19.4	29.9	30.4	43.8	40.7	30.9	30.6	21.5	23.2	13.8	67.6	29.8
65/66	79.7	74.3	122.0	120.0	48.8	87.1	61.9	46.4	24.3	26.0	18.4	18.3	60.6
66/67	30.6	93.3	108.0	54.3	62.4	67.0	60.9	86.6	37.5	26.0	23.9	9.3	55.0
67/68	81.0	24.1	23.8	39.4	42.6	74.9	50.3	28.6	20.3	19.8	17.4	9.0	35.9
68/69	6.0	6.4	9.1	17.7	16.9	18.2	23.5	18.7	14.4	14.1	6.5	11.5	13.6
69/70	54.6	79.2	84.6	89.0	57.5	37.3	33.5	26.3	19.5	19.0	14.7	5.4	43.4
70/71	12.5	45.3	51.2	70.4	44.9	54.3	51.1	42.7	24.5	23.2	17.6	5.9	37.0
71/72	65.3	35.5	78.7	46.3	45.4	61.5	41.0	31.8	20.7	20.4	15.0	8.6	39.2
72/73	137.0	62.2	53.8	155.0	73.9	58.1	106.0	83.3	47.1	22.3	18.1	17.0	69.5
73/74	18.4	39.4	58.0	45.0	27.0	53.5	42.4	25.0	21.7	20.2	17.6	4.8	31.1
74/75	27.0	45.5	59.3	43.7	37.9	41.7	44.8	20.7	18.4	27.2	19.8	27.8	34.5
75/76	80.0	110.0	86.2	77.9	45.2	51.2	53.5	38.3	22.8	24.0	14.6	13.1	51.4
76/77	8.1	71.9	30.8	29.7	24.8	56.0	55.2	26.6	18.4	19.2	13.9	6.1	30.1
77/78	38.2	54.1	106.0	91.0	79.1	88.2	79.8	46.9	25.9	25.5	15.7	7.7	54.8
78/79	24.7	47.3	187.0	40.7	75.3	56.9	86.5	39.6	22.8	22.9	15.8	9.8	52.4
79/80	30.7	15.3	20.3	191.0	106.0	48.0	56.3	43.7	22.8	27.2	24.6	96.6	56.9
80/81	134.0	169.0	103.0	67.7	31.0	32.1	25.3	24.2	18.2	21.1	11.9	11.4	54.1
81/82	208.0	89.5	64.6	133.0	52.3	35.5	24.8	19.1	17.3	16.3	11.4	8.4	56.7
82/83	52.3	139.0	220.0	67.5	112.0	123.0	58.2	47.3	31.3	27.6	19.5	11.4	75.8
83/84	20.2	41.2	83.8	58.1	39.5	48.7	40.4	23.4	18.9	19.3	11.9	8.2	34.5
84/85	37.3	50.2	146.0	47.2	90.0	96.6	72.4	55.4	34.2	27.3	22.6	18.1	58.1
85/86	59.7	43.9	91.2	25.1	36.8	55.9	49.9	21.7	19.9	19.2	11.3	30.1	38.7
86/87	85.8	227.0	67.3	84.8	38.3	38.1	71.5	36.5	24.2	23.1	11.8	6.8	59.6
87/88	13.3	34.2	144.9	88.9	67.5	83.9	42.5	24.8	23.1	19.0	9.2	6.7	46.5
88/89	12.6	60.6	55.1	100.0	47.1	43.8	39.0	25.8	22.9	19.1	8.5	5.3	36.6
89/90	5.1	21.2	28.9	59.8	44.8	38.7	32.0	19.1	18.0	16.8	15.1	25.2	27.1
PROM.	44.9	62.4	76.2	69.7	57.7	57.3	50.6	34.9	23.7	22.0	16.7	18.3	44.5
STD	42.2	43.8	45.1	37.9	29.7	22.7	19.5	16.3	6.3	3.9	6.4	21.9	13.5

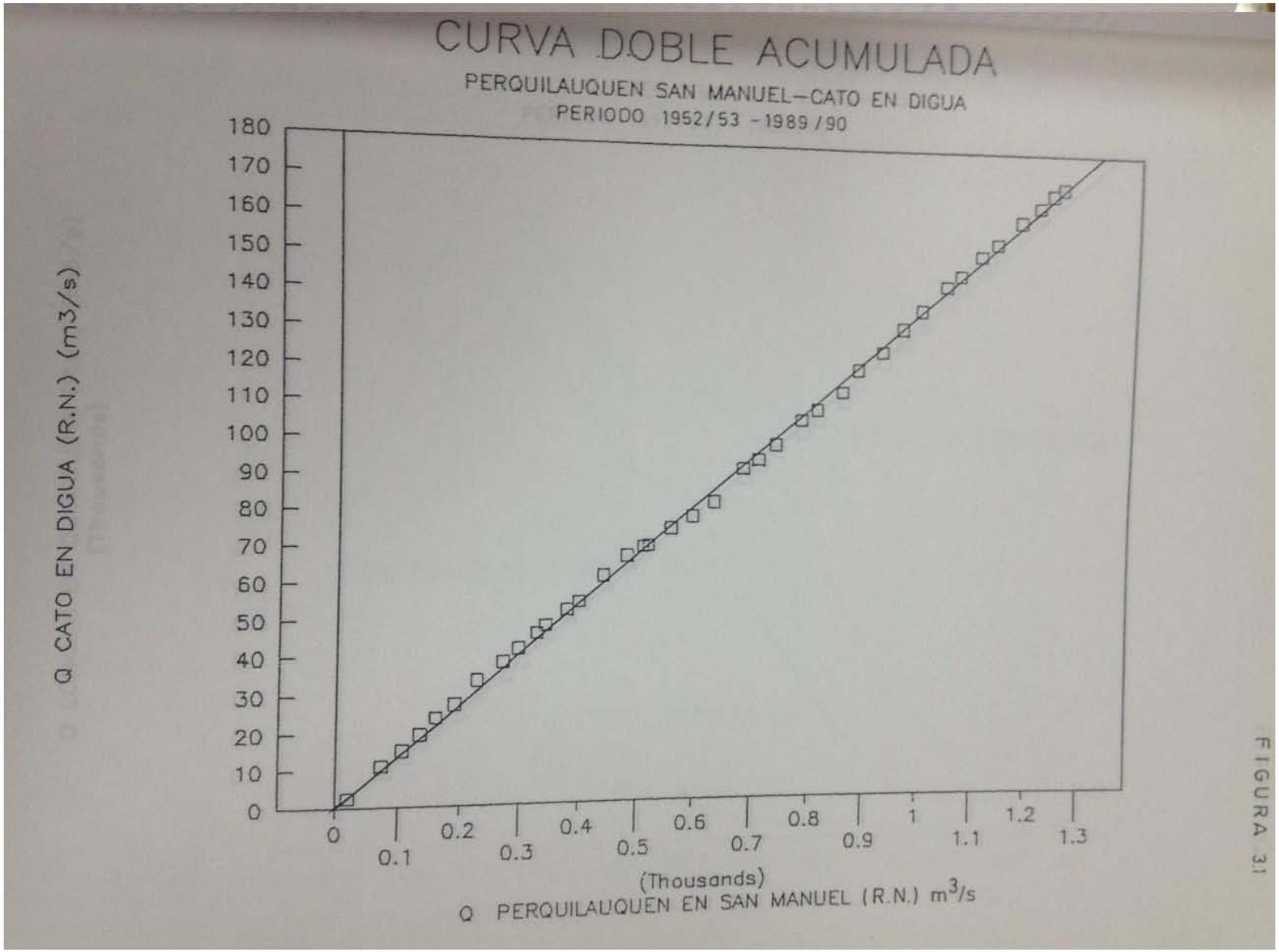

CURVA DOBLE ACUMULADA
PERQUILAUQUEN SAN MANUEL–CATO EN DIGUA
PERIODO 1952/53 - 1989/90
Q CATO EN DIGUA (R.N.) (m3/s)
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
1.1
1.2
1.3
(Thousands)
Q PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.) m3/s

FIGURA 3.1

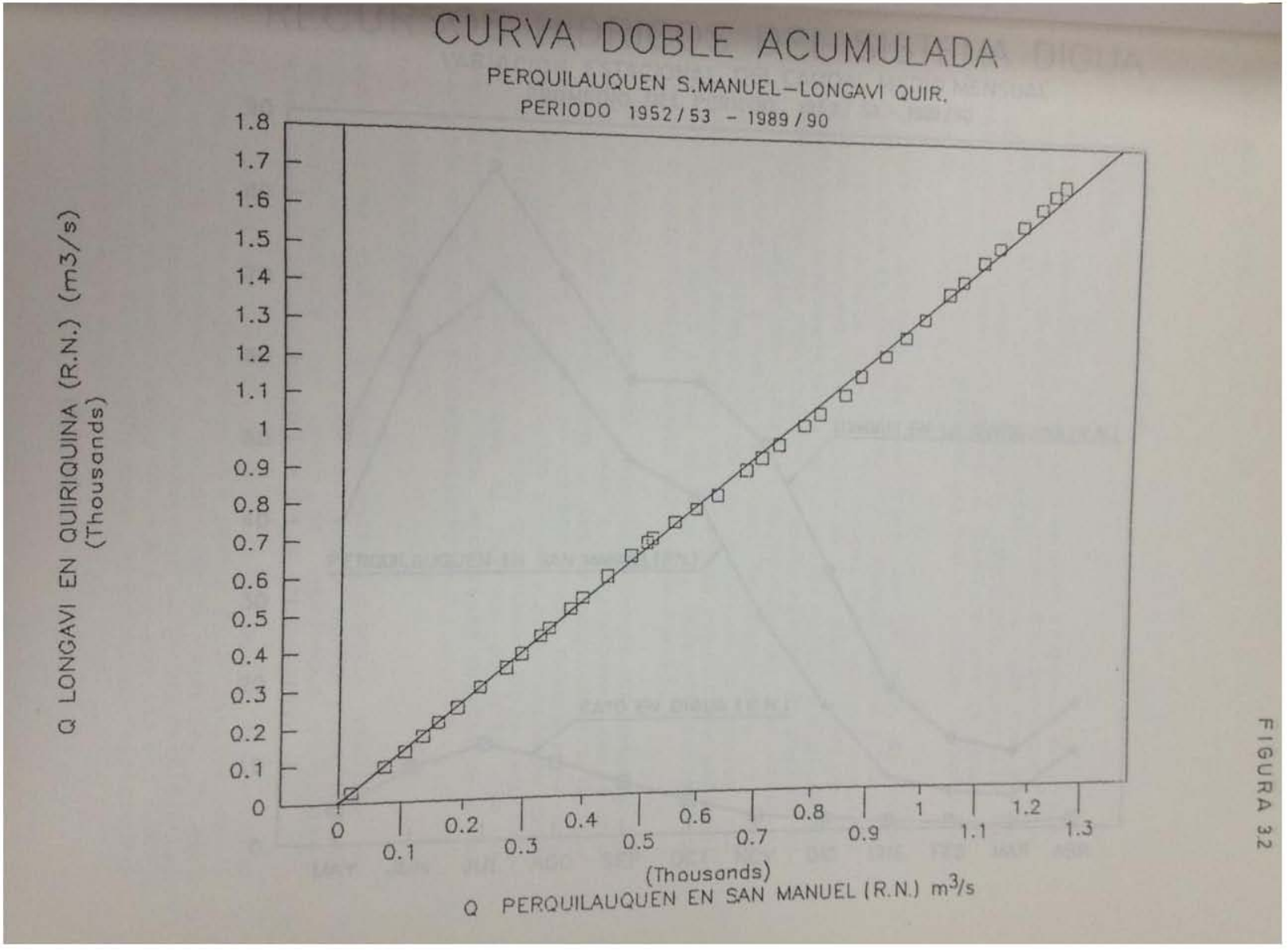

CURVA DOBLE ACUMULADA
PERQUILAUQUEN S.MANUEL–LONGAVI QUIR.
PERIODO 1952/53 - 1989/90
Q LONGAVI EN QUIRIQUINA (R.N.) (m3/s)
(Thousands)
1.8
1.7
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
1.1
1.2
1.3
(Thousands)
Q PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.) m3/s

FIGURA 32

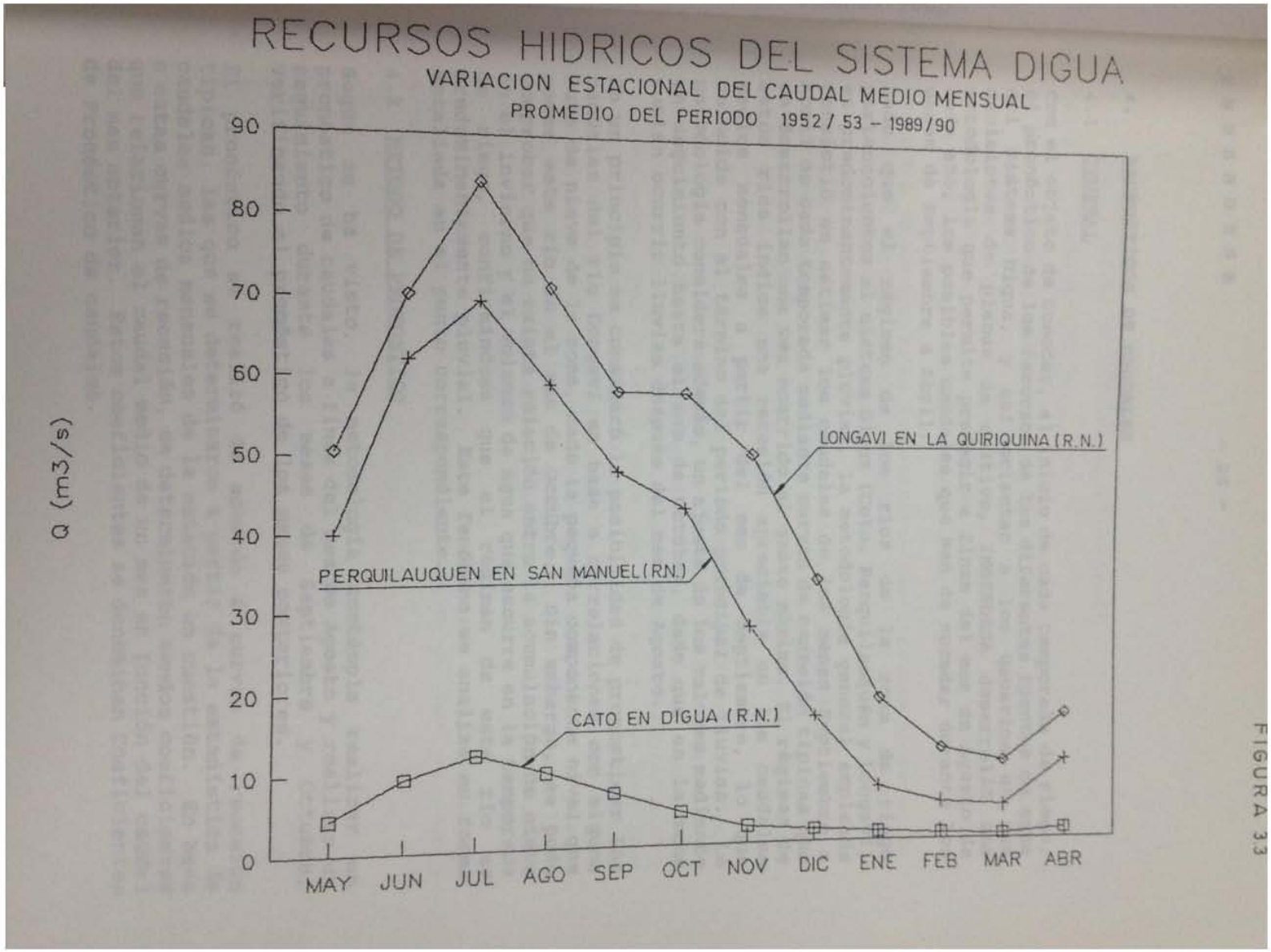

RECURSOS HIDRICOS DEL SISTEMA DIGUA
VARIACION ESTACIONAL DEL CAUDAL MEDIO MENSUAL
PROMEDIO DEL PERIODO 1952 / 53 – 1989/90
Q (m3/s)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (R.N.)
PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (RN.)
CATO EN DIGUA (R.N.)
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
ENE
FEB
MAR
ABR

FIGURA 33

4. PRONOSTICOS DE CAUDALES

4.1 GENERAL

Con el objeto de conocer, al inicio de cada temporada de riego, el pronóstico de los recursos de las diferentes fuentes de agua del Sistema Digua, y así orientar a los usuarios en sus decisiones de planes de cultivo, INGENDESA desarrolló una metodología que permite predecir a fines del mes de Agosto de cada año, los posibles caudales que han de suceder durante los meses de Septiembre a Abril.

Dado que el régimen de los ríos de la zona de riego pertenecientes al sistema Digua (Cato, Perquilauquén y Longaví) es predominantemente pluvial, la metodología general empleada consistió en estimar los caudales de los meses Septiembre a Abril de cada temporada mediante curvas de recesión típicas que se desarrollan una vez ocurrido el gasto máximo. El régimen de estos ríos indica una recesión apreciable en los caudales medios mensuales a partir del mes de Septiembre, lo que coincide con el término del período principal de lluvias. La metodología considera además, un ajuste de los valores mediante un seguimiento hasta el mes de Octubre, dado que en la zona suelen ocurrir lluvias después del mes de Agosto.

En un principio se consideró la posibilidad de pronosticar los caudales del río Longaví en base a correlaciones con alguna ruta de nieve de la zona, dado la pequeña componente nival que posee este río en el mes de Octubre. Sin embargo, se pudo comprobar que no existe relación entre la acumulación de nieve en el invierno y el volumen de agua que escurre en la temporada de riego, confirmándose que el régimen de este río es predominantemente pluvial. Este fenómeno se analiza en forma detallada en el punto correspondiente.

4.2 METODO DE PRONOSTICO

Según se ha visto, la metodología contempla realizar un pronóstico de caudales a fines del mes de Agosto y realizar un seguimiento durante los meses de Septiembre y Octubre, verificando el pronóstico de los meses posteriores.

El pronóstico se realizó de acuerdo a curvas de recesión típicas, las que se determinaron a partir de la estadística de caudales medios mensuales de la estación en cuestión. En base a estas curvas de recesión, se determinaron sendos coeficientes que relacionan el caudal medio de un mes en función del caudal del mes anterior. Estos coeficientes se denominan Coeficientes de Pronóstico de caudales.

4.3 COEFICIENTES DE PRONOSTICO DE CAUDALES

4.3.1 CATO EN DIGUA (R.N.)

En las figuras AI.1 a AI.10 se muestra la variación estacional del caudal medio mensual para cada uno de los años de la estadística. Como se puede ver, las curvas se han agrupado de acuerdo al mes en que se produjo el valor máximo : Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre u Octubre.

En base a estas curvas se determinaron coeficientes de recesión promedio a partir del mes de Agosto; como se sabe, el primer pronóstico debe realizarse a fines de este mes.

Un análisis posterior indicó que los coeficientes de recesión encontrados con el caudal máximo sucedido en Mayo, Junio, Julio y Agosto eran muy similares y podrían integrarse en una sola serie de coeficientes.

Debido a que los grupos de curvas de variación estacional con el caudal máximo sucedido en Septiembre y Octubre poseen sólo dos años con información, se estimó que los coeficientes de recesión encontrados para estos grupos no eran representativos del fenómeno. Por lo tanto, para los años en que se produzca el caudal máximo en estos meses, se pronosticará la recesión con los mismos coeficientes encontrados para el resto de los grupos desplazándolos adecuadamente de acuerdo al mes en que se produjo el caudal máximo. El coeficiente del mes de abril, en estos casos, se corrige de modo que reproduzca lo mejor posible los valores históricos.

A continuación se indican las series de coeficientes de pronósticos, dependiendo del mes en que se produce el caudal máximo.

CATO EN DIGUA (R.N.)

COEFICIENTES DE PRONOSTICO DE CAUDALES

(COMO FRACCION DEL CAUDAL DEL MES ANTERIOR)

MES PRONOSTICADO	CAUDAL MAXIMO EN MAY,JUN,JUL,AGO	CAUDAL MAXIMO EN SEP	CAUDAL MAXIMO EN OCT
AGO	-	-	-
SEP	0,49	-	-
OCT	0,72	0,49	-
NOV	0,51	0,72	0,49
DIC	0,71	0,51	0,72
ENE	0,67	0,71	0,51
FEB	0,82	0,67	0,71
MAR	0,71	0,82	0,67
ABR	2,50	1,42	1,23

Los coeficientes anteriores fueron verificados y ajustados de modo que reprodujeran la estadística histórica con el menor error promedio.

4.3.2 PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.)

En las figuras AI.11 a AI.18 se muestra la variación estacional del caudal medio mensual para cada uno de los años de la estadística, agrupando los años de acuerdo al mes en que se produjo el máximo.

En base a estas curvas se determinaron coeficientes de recesión promedio a partir del mes de Agosto. Estos son los coeficientes que se utilizan para realizar el pronóstico.

Debido a que en la estadística existen sólo dos años con el caudal máximo en Mayo, no se determinaron los coeficientes correspondientes a este caso, ya que la poca información disponible no permite definir los coeficientes con adecuada precisión. Los años en esta condición se pronosticarán con los coeficientes correspondientes al mes del siguiente caudal máximo, vale decir, Junio, Julio o Agosto.

Las series de coeficientes de pronósticos se indican en el Cuadro siguiente, dependiendo del mes en que se produce el caudal máximo.

PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.)

COEFICIENTES DE PRONOSTICO DE CAUDALES

(COMO FRACCION DEL CAUDAL DEL MES ANTERIOR)

MES PRONOSTICADO	CAUDAL MAXIMO EN				
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
AGO	-	-	-	-	-
SEP	0,59	0,60	0,62	-	-
OCT	0,83	1,21	0,71	0,51	-
NOV	0,82	0,61	0,75	0,70	0,52
DIC	0,58	0,53	0,61	0,55	0,42
ENE	0,47	0,36	0,40	0,59	0,47
FEB	0,72	0,50	0,75	0,77	0,79
MAR	0,82	1,01	1,03	0,51	1,06
ABR	1,52	1,57	0,92	1,28	0,60

Los coeficientes anteriores fueron verificados y ajustados de modo que reprodujeran la estadística histórica con el menor error promedio.

4.3.3 LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (R.N.)

En las figuras AI.19 a AI.28 se muestra la variación estacional del caudal medio mensual para cada uno de los años de la estadística, agrupando los años de acuerdo al mes en que se produjo el caudal máximo.

En base a estas curvas se determinaron coeficientes de recesión promedio a partir del mes de Agosto (Coeficientes de Pronóstico), los que se indican en el cuadro siguiente:

LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (R.N.)

COEFICIENTES DE PRONOSTICO DE CAUDALES

(COMO FRACCION DEL CAUDAL DEL MES ANTERIOR)

MES PRONOSTICADO	CAUDAL MAXIMO EN JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
AGO	-	-	-	-	-
SEP	0,67	0,89	0,54	-	-
OCT	1,02	1,21	0,76	0,44	-
NOV	1,01	0,72	1,10	1,08	0,59
DIC	0,58	0,70	0,76	0,77	0,59
ENE	0,60	0,52	0,50	0,48	0,53
FEB	0,63	0,60	0,63	0,81	0,62
MAR	0,76	0,72	0,78	0,75	1,30
ABR	1,11	1,08	1,25	0,75	0,66

Los coeficientes anteriores fueron verificados y ajustados de modo que reprodujeran la estadística histórica con el menor error promedio.

Al igual que el caso del río Perquilauquén, los años con el caudal máximo en Mayo se pronosticarán con los coeficientes correspondientes al mes en que se produzca el siguiente caudal máximo.

Vale la pena hacer notar que previo a la realización de este estudio se pensó pronosticar el volumen escurrido en el río Longaví entre los meses de Septiembre a Abril, en base a una correlación con alguna ruta de nieve de la zona. Esto debido a la existencia de una pequeña componente nival en la curva de variación estacional del caudal promedio. Sin embargo, realizado un análisis con la ruta de nieve Cerro La Gloria, que es la ruta más cercana que controla la Dirección General de Aguas, se pudo comprobar que no existe una correlación aceptable entre el volumen escurrido en el río entre Septiembre y Abril, y la nieve caída en el invierno correspondiente.

La ubicación de la ruta de nieve Cerro La Gloria y el análisis realizado se muestran en las figuras 4.1 y 4.2.

4.4 FORMA DE APLICACION DEL METODO DE PRONOSTICO

La forma de aplicar el método de pronóstico se indica en los siguientes puntos:

a) Pronóstico a fines de Agosto

Con el caudal medio mensual del mes de Agosto, se pronostican los caudales de Septiembre a Abril utilizando los coeficientes de pronóstico correspondientes al mes en que se produjo el caudal máximo.

b) Ajuste a fines de Septiembre

A fines del mes de Septiembre se verifica si el gasto pronosticado para este mes difiere en más de un 10% del gasto real. Si es así, el gasto pronosticado se corrige reemplazándolo por el real. En caso contrario el pronóstico se mantiene.

Si el valor de Septiembre se corrige, de acuerdo al párrafo anterior, y este nuevo valor es menor que el de Agosto, el resto de los meses se ajustan manteniendo los coeficientes ya utilizados en el punto a).

En caso contrario se ajustan considerando los coeficientes correspondientes al caudal máximo en el mes de Septiembre.

c) Ajuste a fines de Octubre

A fines del mes de Octubre se verifica si el gasto pronosticado para este mes difiere en más de un 10% del gasto real. Si es así, el gasto pronosticado se corrige reemplazándolo por el real. En caso contrario el pronóstico se mantiene.

Si el valor de Octubre se corrige, de acuerdo al párrafo anterior, y este nuevo valor es menor que el de Septiembre, el resto de los meses se ajustan con los mismos coeficientes utilizados en el punto b), en caso contrario se ajustan considerando los coeficientes correspondientes al caudal máximo en el mes de Octubre.

El diagrama de flujo de la figura 4.3 resume los pasos a seguir en la aplicación del método de pronóstico.

4.5 APLICACION DEL METODO DE PRONOSTICO A LA ESTADISTICA HISTORICA

Con el objeto de comprobar la bondad del método de pronóstico, se analizó la estadística histórica (período 1952/53 - 1989/90), pronosticando los caudales medios mensuales de Septiembre a Abril. Para esto se utilizó paso a paso la metodología descrita en el punto anterior. En los Cuadros AII.1 a AII.9 se muestran las estadísticas pronosticadas a fines de Agosto, a fines de Septiembre y a fines de Octubre, para las tres estaciones en estudio. En las figuras 4.4 a 4.6 se muestran las curvas de variación estacional del caudal medio mensual pronosticado y real, promedio del período 1952/53 - 1989/90.

Como se puede ver el pronóstico a fines de agosto es bastante conservador, haciéndose más preciso a medida que se van ajustando algunos valores de los meses de Septiembre y Octubre a los datos reales.

Comparando el promedio de los caudales de los meses de Septiembre a Abril de la estadística histórica y de la estadística pronosticada a fines de octubre, se aprecia que dicho pronóstico es bastante bueno. En efecto, los resultados indican que solamente entre un 10% y un 15% del período considerado en el análisis fue pronosticado optimistamente y con un error mayor al 20%. Además, es importante notar que en general los años secos fueron pronosticados por defecto.

4.6 COMPARACION DEL METODO DE PRONOSTICO PROPUESTO POR INGENDESA CON EL PROPUESTO EN EL INFORME "ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA", DE LA INGENIERO ZAIDA CONTADOR S.

Con el objeto de verificar que el método de pronóstico propuesto por INGENDESA no entrega resultados menos precisos que el método propuesto en el informe "Estudio Hidrológico y Operacional del Sistema Digua", se compararon los resultados a que llegan ambos métodos.

Dicha comparación se muestra en los Cuadros 4.1 a 4.3, donde considerando el período estadístico 1952/53 - 1989/90 se presentan las sumas de volúmenes de Octubre a Marzo correspondientes al año real y a los pronosticados por ambos métodos. Se compara la suma de volúmenes de Octubre a Marzo, ya que es la que contempla el método del informe en cuestión.

De esta comparación se desprenden las siguientes observaciones:

- Para las tres estaciones en estudio (Cato en Digua, Perquilauquén en San Manuel y Longaví en la Quiriquina) el promedio de los volúmenes pronosticados, para el período estadístico considerado, es más conservador en el caso del método INGENDESA, estando entre un 2% y un 6% por debajo del promedio real. En el caso del método Z. Contador, el volumen promedio real fue sobreestimado entre un 2% y un 15%.

- Con objeto de analizar la dispersión promedio de los pronósticos anuales con respecto al valor real, se calculó como índice la raíz cuadrada de la suma de las desviaciones porcentuales anuales al cuadrado. Es decir:

$$I = V \text{ SUMA } (\text{DESVIACION ANUAL})^2$$

  Analizando este índice, se puede ver que los pronósticos del método INGENDESA, en promedio, tienen menos dispersión que los pronósticos del método Z. Contador. Esta diferencia en las dispersiones no es sustancial, con excepción de los pronósticos de Perquilauquén en San Manuel.

- A nivel anual las dispersiones logradas con ambos métodos son apreciables. Sin embargo se puede ver que los años secos, en el caso del método INGENDESA, en general son pronosticados en forma más conservadora que el otro método, lo que es bueno desde el punto de vista de la seguridad de riego.

De acuerdo con lo anterior, resulta más conveniente utilizar el método de pronóstico propuesto por INGENDESA, debido a que logra resultados algo más ajustados.

4.7 CURVAS ENVOLVENTES DE LOS PRONOSTICOS DE CAUDALES

Sin perjuicio de los coeficientes de pronóstico estudiados en los capítulos anteriores, es interesante conocer entre qué límites se encuentran los coeficientes que han sucedido históricamente. De esta forma se tendría un intervalo de ocurrencia de tales coeficientes, y por lo tanto, curvas envolventes para los pronósticos de caudales que reflejarían los límites superior e inferior de los mismos.

El análisis se realizó en base a las curvas de variación estacional del caudal medio mensual, trazadas para cada uno de los años de la estadística disponible. Estas curvas se

muestran en las figuras AI.1 a AI.28

De acuerdo a los caudales envolventes que han sucedido en cada una de las estaciones en estudio, se determinaron los intervalos de ocurrencia de los coeficientes de pronóstico que se indican en los Cuadros 4.4 a 4.6.

CUADRO Nº 4.1
CATO EN DIGUA (R.N.)

VOLUMENES PRONOSTICADOS
COMPARACION DE METODOS (1)

	SUMA OCT-MAR (Hm3)			DESVIACIONES (%)		(DESV. (%))^2	
A\O	REAL	(1)	INGENDESA	(1)	INGENDESA	(1)	INGENDESA
52/53	13.6	27.4	10.7	-102	21	10400	446
53/54	21.6	42.5	97.1	-97	-349	9335	122073
54/55	14.2	31.8	14.9	-124	-5	15431	21
55/56	14.6	31.8	30.6	-118	-110	13932	12097
56/57	14.3	32.8	25.6	-129	-78	16539	6148
57/58	12.7	30.4	20.0	-139	-57	19310	3248
58/59	18.1	35.6	32.9	-96	-82	9296	6669
59/60	17.0	33.1	36.3	-95	-114	8944	12889
60/61	19.1	29.9	16.3	-56	15	3180	220
61/62	19.8	31.4	55.6	-58	-180	3414	32485
62/63	20.5	25.7	7.4	-25	64	643	4063
63/64	25.1	31.5	42.1	-25	-68	649	4635
64/65	12.4	25.3	16.3	-104	-31	10785	964
65/66	40.9	37.7	20.9	8	49	59	2392
66/67	27.6	34.3	24.6	-24	11	583	120
67/68	15.1	27.8	20.0	-84	-33	6987	1057
68/69	5.5	22.3	0.5	-302	92	90939	8415
69/70	12.7	33.8	31.6	-167	-149	27868	22234
70/71	20.1	29.0	14.8	-45	26	1995	675
71/72	23.7	30.5	17.2	-28	28	804	764
72/73	67.9	40.8	67.0	40	1	1594	2
73/74	16.6	27.2	2.3	-64	86	4074	7400
74/75	23.2	30.6	13.5	-32	42	1027	1754
75/76	63.3	34.9	19.4	45	69	2007	4799
76/77	54.2	25.4	12.1	53	78	2821	6030
77/78	41.1	32.1	21.3	22	48	481	2306
78/79	65.0	32.7	56.7	50	13	2469	166
79/80	38.8	30.7	49.2	21	-27	436	713
80/81	56.3	34.8	17.2	38	69	1461	4820
81/82	22.0	33.6	35.9	-53	-64	2812	4042
82/83	53.3	36.1	50.8	32	5	1043	22
83/84	17.0	28.5	15.2	-67	11	4554	112
84/85	34.9	33.5	30.8	4	12	16	136
85/86	25.8	28.4	14.5	-10	44	105	1907
86/87	43.4	35.3	20.8	19	52	349	2707
87/88	37.9	29.6	33.9	22	11	476	113
88/89	22.5	29.0	20.0	-29	11	836	125
89/90	14.5	25.8	10.2	-78	29	6081	868
PROM.	28.1	31.4	27.0	533	529	283738	279635
STD	16.5	4.2	19.0	SQRT(SUM(DESV^2))		SUM(DESV^2)	

(1): SE COMPARA LOS METODOS PROPUESTOS EN INFORME "ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA" DE LA INGENIERO ZAIDA CONTADOR. CON EL METODO PROPUESTO POR INGENDESA.

CUADRO Nº 4.2

"ERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.)

VOLUMENES PRONOSTICADOS
COMPARACION DE METODOS (‡)

	SUMA OCT-MAR (Hm3)			DESVIACIONES (%)		(DESV. (%))^2	
A\O	REAL	(‡)	INGENDESA	(‡)	INGENDESA	(‡)	INGENDESA
52/53	152.3	299.2	201.2	-96	-32	9309	1030
53/54	373.8	332.7	534.5	11	-43	121	1848
54/55	294.5	334.3	230.9	-13	22	182	467
55/56	239.1	319.3	231.7	-34	3	1125	10
56/57	191.4	317.9	222.3	-66	-16	4367	261
57/58	272.3	329.5	217.6	-21	20	440	404
58/59	302.6	327.6	282.5	-8	7	68	44
59/60	280.2	341.2	530.2	-22	-89	474	7955
60/61	325.0	295.1	241.4	9	26	85	662
61/62	382.9	314.3	297.3	18	22	321	500
62/63	176.7	256.2	69.4	-45	61	2028	3688
63/64	410.3	334.9	325.2	18	21	338	430
64/65	192.4	264.3	147.6	-37	23	1395	544
65/66	312.3	342.4	239.1	-10	23	93	549
66/67	424.9	340.1	551.0	20	-30	398	880
67/68	325.9	308.3	230.0	5	29	29	867
68/69	150.5	161.5	77.4	-7	49	54	2356
69/70	194.4	341.9	305.6	-76	-57	5758	3275
70/71	261.8	341.5	194.1	-30	26	928	669
71/72	252.5	341.6	262.0	-35	-4	1247	14
72/73	464.4	340.0	460.7	27	1	718	1
73/74	265.4	313.2	148.6	-18	44	324	1936
74/75	185.1	333.5	204.6	-80	-11	6425	110
75/76	246.5	340.3	215.5	-38	13	1449	158
76/77	369.7	303.5	207.4	18	44	321	1926
77/78	404.4	342.3	393.0	15	3	236	8
78/79	398.5	299.5	383.2	25	4	617	15
79/80	299.1	342.0	379.1	-14	-27	206	717
80/81	140.3	342.5	144.5	-144	-3	20746	9
81/82	122.0	342.2	250.2	-181	-105	32587	11037
82/83	381.9	342.4	301.5	10	21	107	444
83/84	155.2	320.8	194.1	-107	-25	11380	628
84/85	378.0	338.3	391.2	10	-4	110	12
85/86	232.8	321.7	241.9	-38	-4	1458	15
86/87	276.3	341.8	171.3	-24	38	563	1444
87/88	280.5	336.4	422.8	-20	-51	397	2572
88/89	166.1	320.2	178.2	-93	-7	8613	54
89/90	170.3	274.1	167.1	-61	2	3714	4
PROM.	275.1	319.4	269.6	345	218	118729	47540
STD	92.0	34.2	118.0	SQRT(SUM(DESV^2))		SUM(DESV^2)	

(‡): SE COMPARA LOS METODOS PROPUESTOS EN INFORME "ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DIGUA" DE LA INGENIERO ZAIDA CONTADOR, CON EL METODO PROPUESTO POR INGENDESA.

CUADRO Nº4.3

LONGAVI EN LA QUIRIQUINA (R.N.)

VOLUMENES PRONOSTICADOS
COMPARACION DE METODOS (1)

	SUMA OCT-MAR (Hm3)			DESVIACIONES (%)		(DESV. (%))^2	
A\O	REAL	(1)	INGENDESA	(1)	INGENDESA	(1)	INGENDESA
52/53	260.1	442.6	324.3	-70	-25	4922	609
53/54	659.7	561.5	705.8	15	-7	221	49
54/55	457.5	496.3	343.1	-8	25	72	625
55/56	431.1	489.1	452.1	-13	-5	181	24
56/57	384.6	495.7	375.3	-29	2	835	6
57/58	396.0	501.1	366.3	-27	7	705	56
58/59	459.7	534.1	532.2	-16	-16	262	248
59/60	434.0	546.9	956.5	-26	-120	676	14493
60/61	538.6	447.6	366.6	17	32	285	1019
61/62	684.8	507.3	497.7	26	27	672	747
62/63	269.9	372.8	198.3	-38	27	1453	704
63/64	788.9	503.6	688.1	36	13	1308	163
64/65	376.3	378.5	230.9	-1	39	0	1493
65/66	636.5	552.5	432.2	13	32	174	1030
66/67	745.4	528.6	552.7	29	26	846	669
67/68	498.8	457.5	216.3	8	57	69	3209
68/69	240.3	238.6	83.0	1	65	0	4284
69/70	335.5	533.7	543.1	-59	-62	3492	3831
70/71	501.7	466.9	344.8	7	31	48	978
71/72	446.9	495.9	365.7	-11	18	120	330
72/73	830.1	558.3	568.8	33	31	1072	991
73/74	446.6	466.3	239.1	-4	46	19	2158
74/75	400.7	459.3	340.7	-15	15	214	225
75/76	477.5	553.2	400.3	-16	16	252	261
76/77	467.4	425.0	208.0	9	55	82	3080
77/78	687.3	534.8	710.1	22	-3	492	11
78/79	588.4	537.9	674.0	9	-15	74	212
79/80	539.4	533.0	802.9	1	-49	1	2385
80/81	276.6	559.4	276.6	-102	0	10456	0
81/82	247.9	559.4	368.6	-126	-49	15802	2373
82/83	709.4	562.5	885.7	21	-25	429	618
83/84	361.8	492.9	349.8	-36	3	1313	11
84/85	719.2	526.7	811.0	27	-13	717	163
85/86	435.9	490.5	423.2	-13	3	157	9
86/87	486.4	560.9	336.2	-15	31	235	953
87/88	469.0	528.3	617.3	-13	-32	160	1000
88/89	359.7	497.6	362.5	-38	-1	1471	1
89/90	310.2	412.8	344.0	-33	-11	1096	119
PROM.	483.2	495.0	455.1	224	222	50384	49138
STD	156.1	65.2	203.5	SQRT(SUM(DESV^2))		SUM(DESV^2)	

(1): SE COMPARA LOS METODOS PROPUESTOS EN INFORME "ESTUDIO HIDROLOGICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DISUA" DE LA INGENIERO ZAIDA CONTADOR. CON EL METODO PROPUESTO POR INGENDESA.

CUADRO Nº 4.4

CATO EN DIGUA (R.N.)

COEFICIENTES DE PRONOSTICO
EN FUNCION DEL CAUDAL DEL MES ANTERIOR

MES	CAUDAL MAXIMO EN MAY, JUN, JUL, AGO			CAUDAL MAXIMO EN SEP			CAUDAL MAXIMO EN OCT		
	MAXIMO	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIO	MINIMO
AGO	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SEP	0.85	0.49	0.16	--	--	--	--	--	--
OCT	0.75	0.72	0.69	0.85	0.49	0.16	--	--	--
NOV	0.73	0.51	0.27	0.75	0.72	0.69	0.85	0.49	0.16
DIC	0.77	0.71	0.67	0.73	0.51	0.27	0.75	0.72	0.69
ENE	0.69	0.67	1.00	0.77	0.71	0.67	0.73	0.51	0.27
FEB	0.80	0.82	1.00	0.69	0.67	1.00	0.77	0.71	0.67
MAR	0.80	0.71	1.00	0.80	0.82	1.00	0.69	0.67	1.00
ABR	1.25	2.50	1.50	1.60	1.42	2.00	1.20	1.23	1.50

CUADRO Nº 4.5

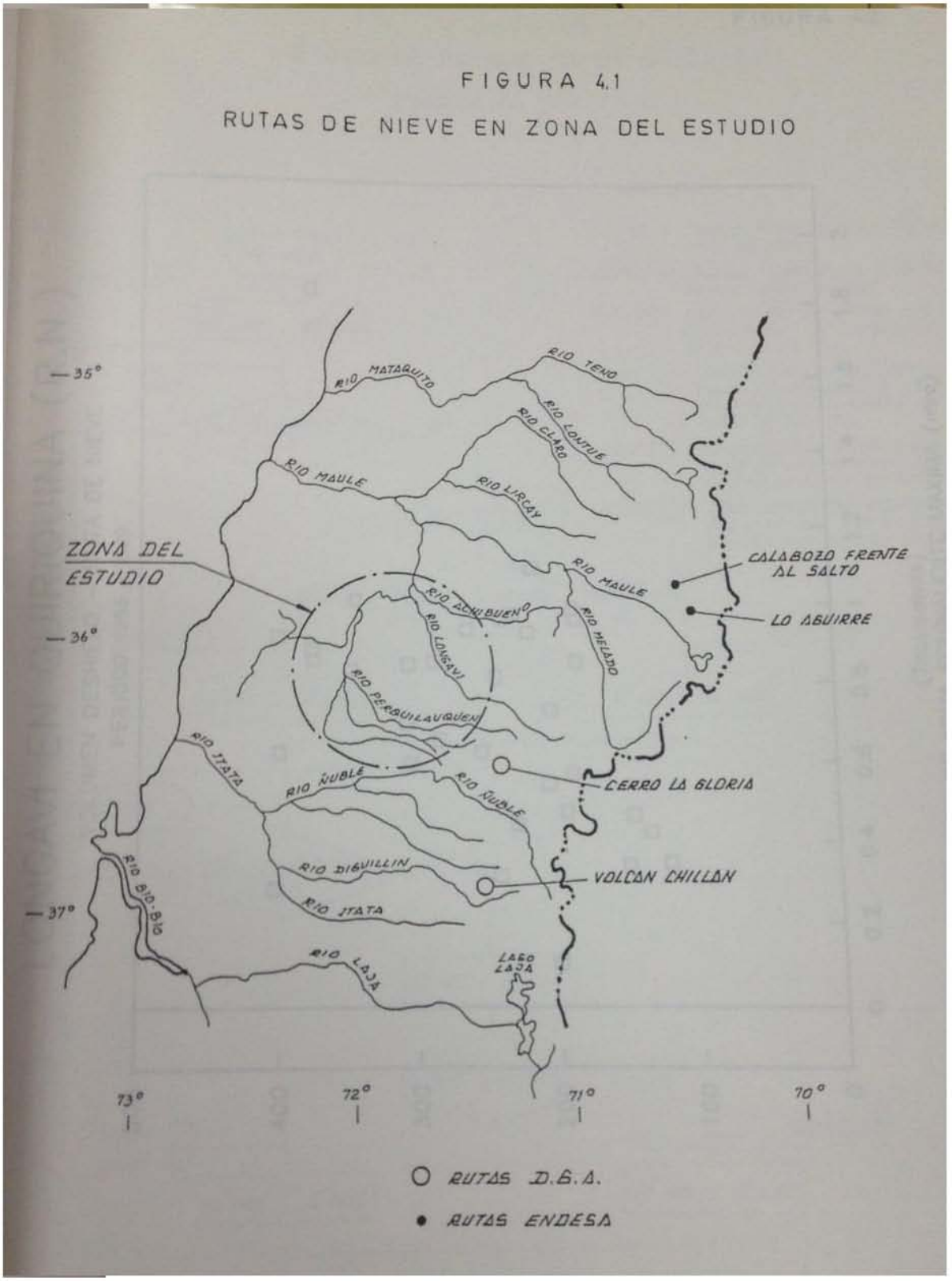
PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL (R.N.)

COEFICIENTES DE PRONOSTICO
EN FUNCION DEL CAUDAL DEL MES ANTERIOR

ES	CAUDAL MAXIMO EN JUN			CAUDAL MAXIMO EN JUL			CAUDAL MAXIMO EN AGO			CAUDAL MAXIMO EN SEP			CAUDAL MAXIMO EN OCT		
	MAXIMO	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIO	MINIMO
GO	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
EP	0.85	0.59	0.43	1.03	0.60	0.35	1.05	0.62	0.34	--	--	--	--	--	--
CT	0.74	0.85	0.91	1.10	1.21	1.35	0.61	0.71	0.67	0.76	0.51	0.47	--	--	--
OV	0.85	0.82	0.57	0.62	0.61	0.65	0.90	0.75	0.70	0.63	0.70	0.70	0.95	0.52	0.26
IC	0.79	0.59	0.42	0.50	0.53	0.40	0.59	0.61	0.57	0.53	0.55	0.54	0.33	0.42	0.66
NE	0.69	0.47	0.60	0.52	0.36	0.37	0.37	0.40	0.24	0.59	0.59	0.26	0.50	0.47	0.30
EB	0.56	0.72	0.66	0.66	0.50	0.33	0.81	0.75	0.50	0.75	0.77	0.81	0.89	0.79	0.65
AR	0.78	0.82	1.00	0.75	1.01	1.00	0.78	1.03	1.00	0.83	0.51	0.74	0.88	1.06	0.50
BR	1.28	1.52	1.00	1.34	1.57	1.00	1.14	0.92	1.00	1.00	1.28	0.68	1.00	0.80	1.00

FIGURA 4.1

RUTAS DE NIEVE EN ZONA DEL ESTUDIO



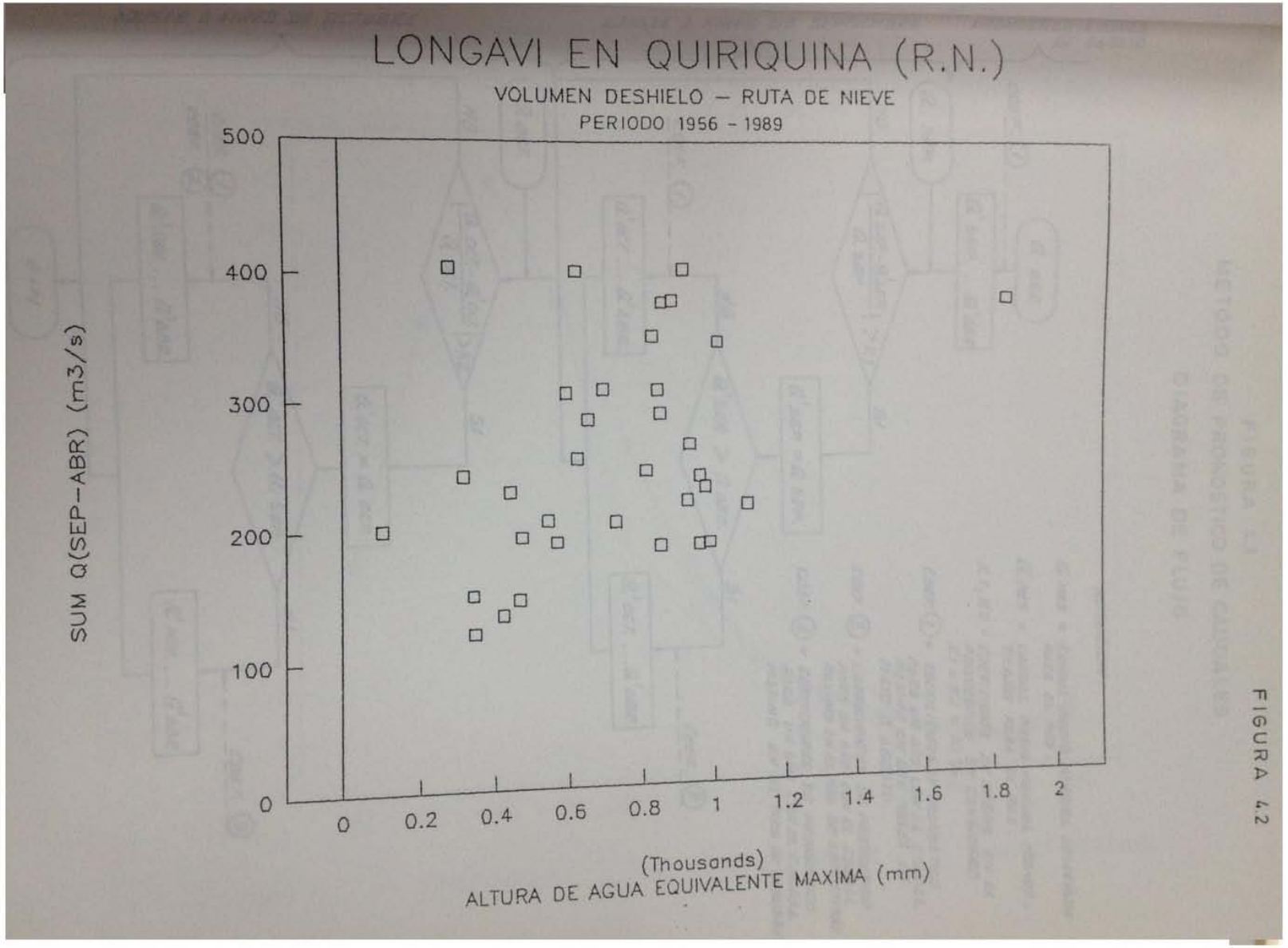
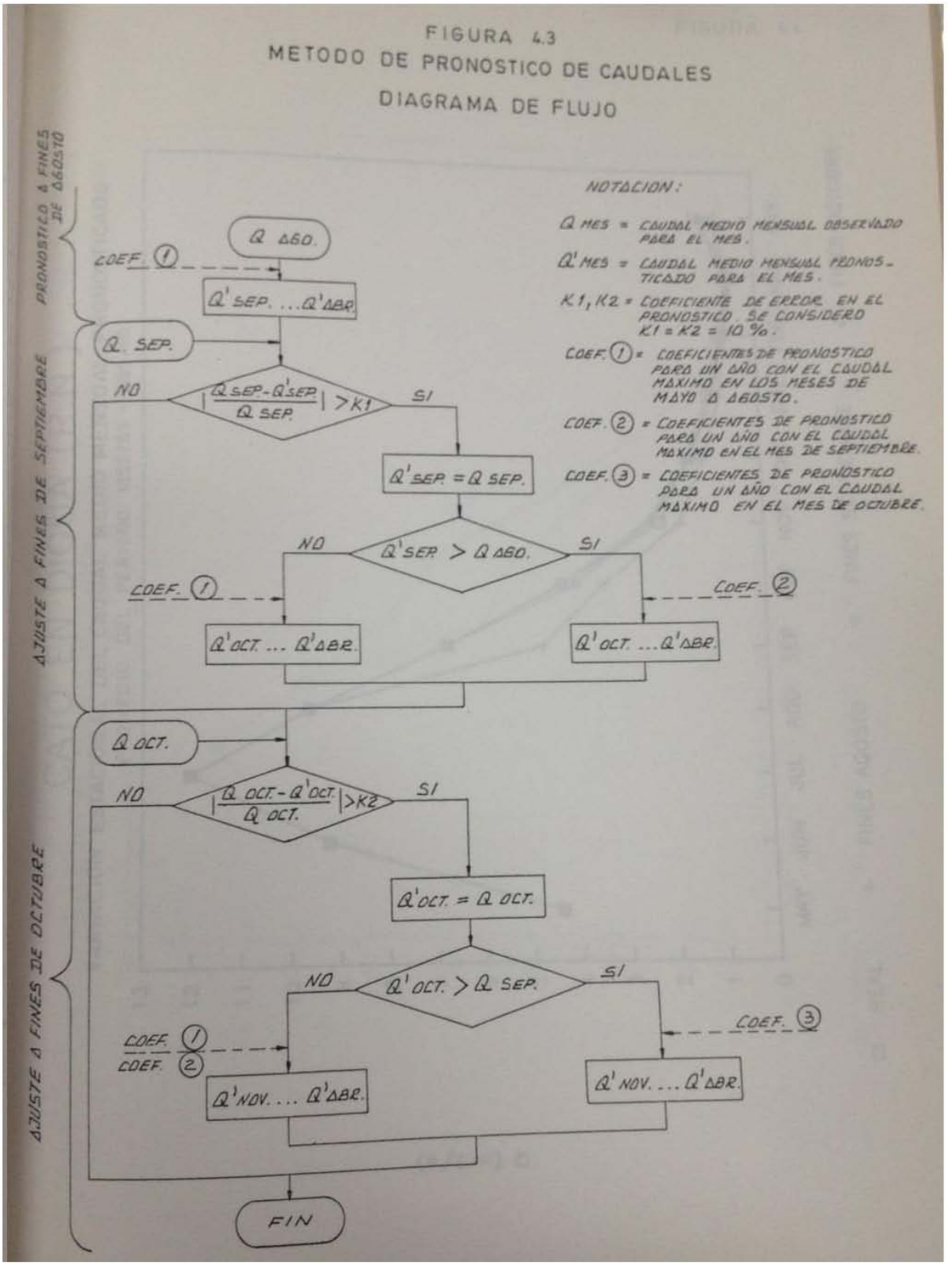

LONGAVI EN QUIRIQUINA (R.N.)
VOLUMEN DESHIELO – RUTA DE NIEVE
PERIODO 1956 - 1989
SUM Q(SEP-ABR) (m3/s)
500
400
300
200
100
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
(Thousands)
ALTURA DE AGUA EQUIVALENTE MAXIMA (mm)

FIGURA 4.2

FIGURA 4.3

METODO DE PRONOSTICO DE CAUDALES

DIAGRAMA DE FLUJO



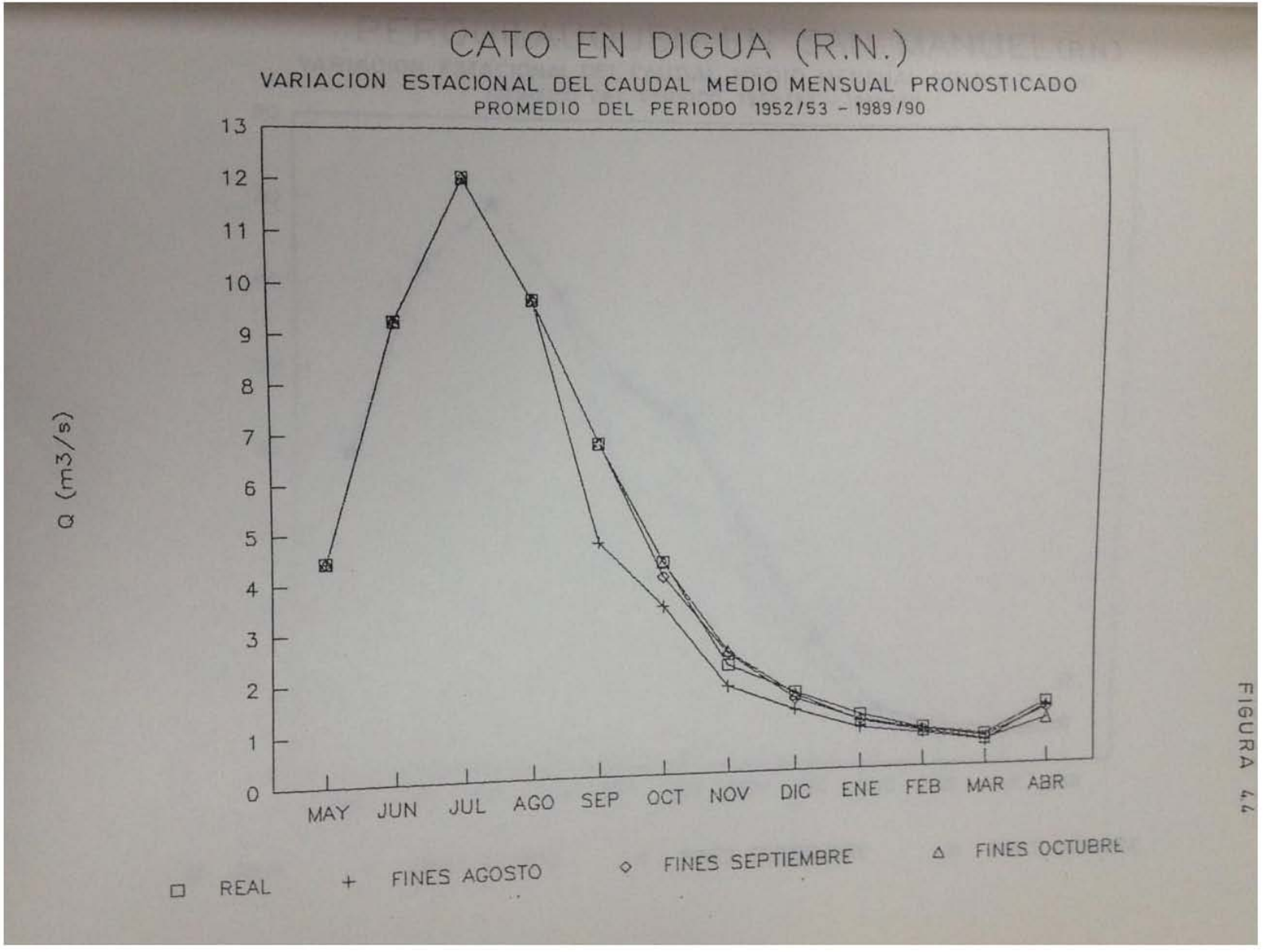

CATO EN DIGUA (R.N.)
VARIACION ESTACIONAL DEL CAUDAL MEDIO MENSUAL PRONOSTICADO
PROMEDIO DEL PERIODO 1952/53 - 1989/90
Q (m3/s)
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE FEB MAR ABR
REAL
FINES AGOSTO
FINES SEPTIEMBRE
FINES OCTUBRE

FIGURA 4.4

5. BASES CONCEPTUALES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO DEL SISTEMA DIGUA

5.1 TOPOLOGIA DEL SISTEMA

El Sistema Digua se muestra en el esquema 5.1.a. de la página siguiente.

Los recursos del sistema provienen de los ríos Longaví, Cato y Perquilauquén y de recuperaciones provenientes de zonas vecinas que son recogidas por los esteros y brazos de los mismos ríos.

El embalse Digua, de regulación anual, con 220 millones de m^3 de capacidad, recibe los aportes del río Cato sobre cuyo lecho se fundó el muro de la presa y los aportes del río Longaví, por medio de un canal alimentador, de 6,2 km de longitud. Este canal alimentador debe servir en su trayecto a un canal de riego llamado Municipal Quillaimo, el que alimenta sectores considerados fuera del sistema Digua.

El riego del sistema se distribuye en tres áreas principales abastecidas por los siguientes canales matrices:

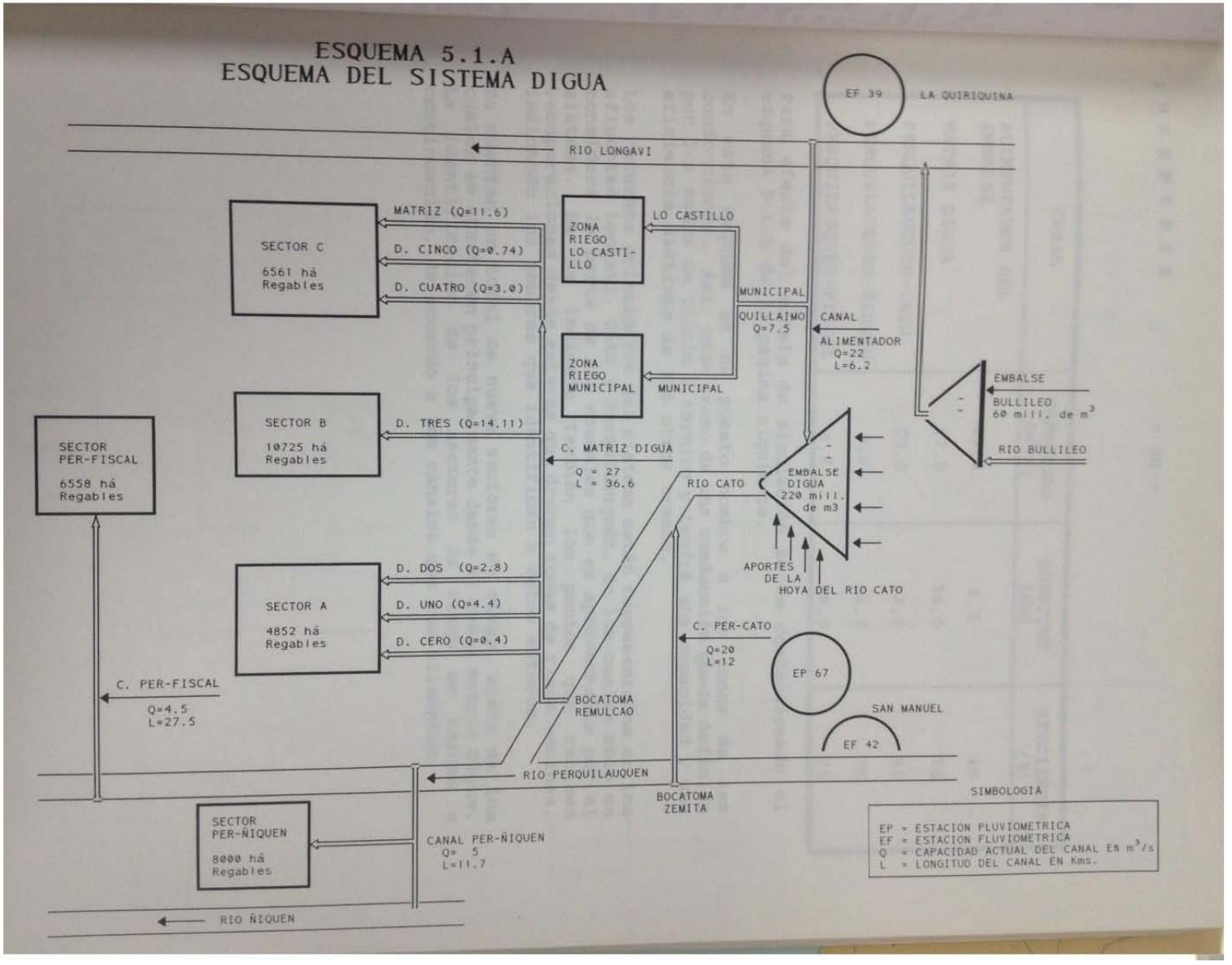
- Zona del canal matriz Digua
- Zona del canal Perquilauquén-Ñiquén
- Zona del canal Perquilauquén Fiscal

La bocatoma del canal matriz Digua está sobre el río Cato y la de los otros dos canales sobre el río Perquilauquén. De esta manera, el primer canal puede recibir recursos desde el río Perquilauquén a través del canal de trasvase llamado Perquilauquén-Cato, en cambio los otros canales pueden recibir recursos de esta misma forma o conseguir el mismo objetivo siguiendo la ruta del río Perquilauquén.

Las aguas del río Perquilauquén son complementadas con los recursos del embalse Digua que son entregados directamente en el río Cato y siguen este cauce hasta la bocatoma Remulcao, nacimiento del canal matriz Digua, o continúan hasta desembocar en el río Perquilauquén para ser captadas por los canales Perquilauquén-Ñiquén y Perquilauquén Fiscal.

Las características principales de los canales matrices del sistema Digua se indican en el cuadro siguiente:

ESQUEMA 5.1.A
ESQUEMA DEL SISTEMA DIGUA



CANAL	CAPACIDAD (m^3/s)	LONGITUD (Km)	EFICIENCIA (%)
ALIMENTADOR DEL EMBALSE	22,0	6,2	95
MATRIZ DIGUA	27,0	36,5	75
PERQUILAUQUEN-CATO	20,0	12,0	95
PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN	5,0	11,7	75
PERQUILAUQUEN-FISCAL	4,5	28,0	75

Para efecto del modelo de simulación se ha confeccionado el esquema 5.1.b de la página siguiente.

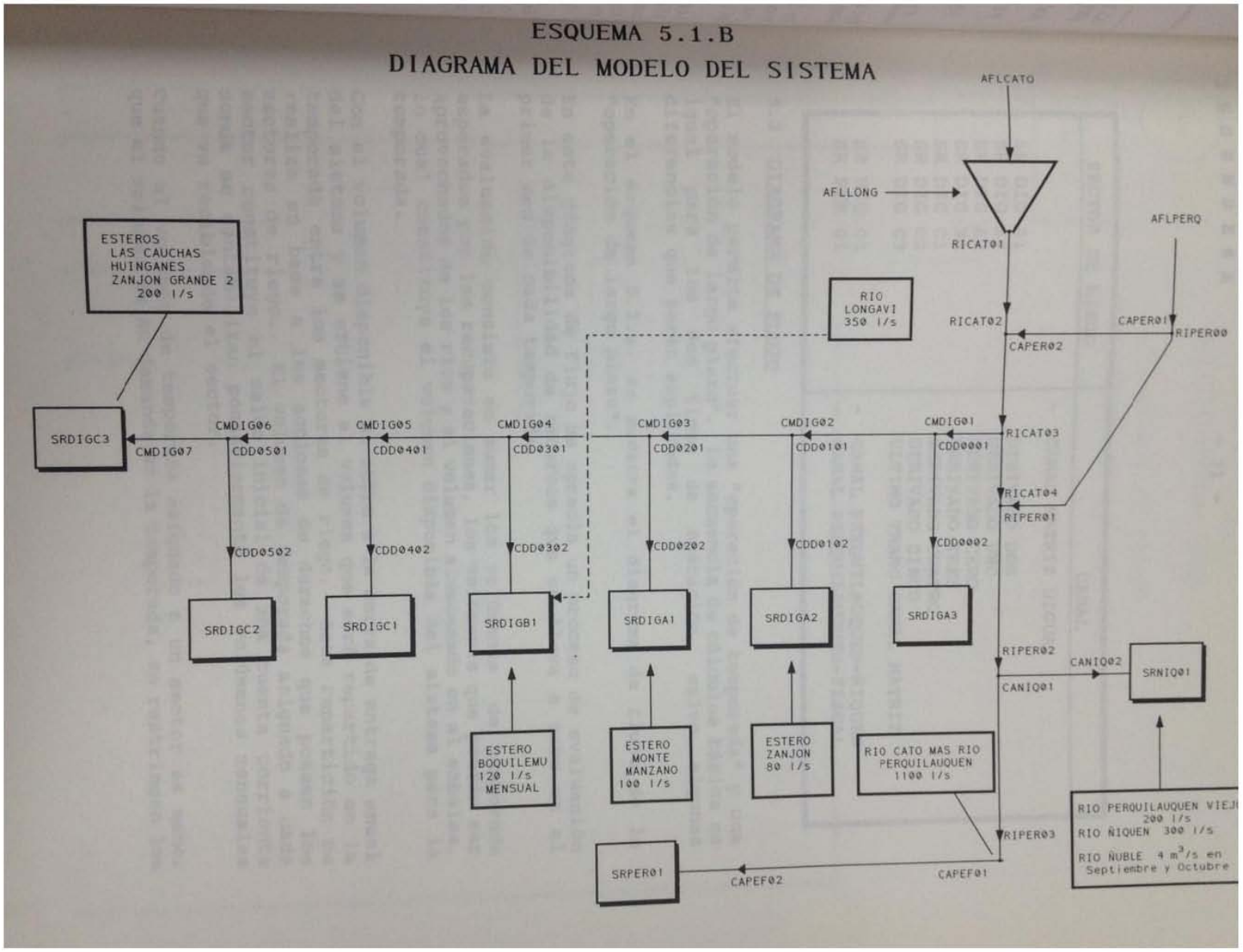
En este esquema se ha puesto nombre a los nodos de las conducciones. Así, cada tramo de una conducción queda definido por los nodos de inicio y término y tendrá una capacidad y una eficiencia distinta de los otros tramos.

Los recursos principales del sistema están representados en los afluentes Longaví, Cato y Perquilauquén, de los cuales sólo se considera la parte de los caudales que es aprovechable por el sistema. Se ha indicado también los puntos que reciben recuperaciones desde esteros que drenan zonas de riego vecinas, indicando los nombres que identifican a estos esteros.

Se cuentan un total de nueve sectores de riego, siete de los cuales se abastecen principalmente desde el canal matriz Digua. La identificación de los sectores de riego se resume a continuación, de acuerdo a los canales que los alimentan:

ESQUEMA 5.1.B

DIAGRAMA DEL MODELO DEL SISTEMA



SECTOR DE RIEGO	CANAL
	- CANAL MATRIZ DIGUA:
SR DIG A1	DERIVADO DOS
SR DIG A2	DERIVADO UNO
SR DIG A3	DERIVADO CERO
SR DIG B1	DERIVADO TRES
SR DIG C1	DERIVADO CUATRO
SR DIG C2	DERIVADO CINCO
SR DIG C3	ULTIMO TRAMO CANAL MATRIZ
SR NIQ 01	- CANAL PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN
SR PER 01	- CANAL PERQUILAUQUEN-FISCAL

5.2 DIAGRAMA DE FLUJO

El modelo permite efectuar una "operación de temporada" y una "operación de largo plazo". La secuencia de cálculos básica es igual para los dos tipos de operación, salvo algunas diferencias que serán explicadas.

En el esquema 5.2.a. se muestra el diagrama de flujo de la "operación de largo plazo".

En este diagrama de flujo se aprecia un proceso de evaluación de la disponibilidad de recursos que se lleva a cabo en el primer mes de cada temporada.

La evaluación consiste en sumar los volúmenes de temporada esperados por las recuperaciones, los volúmenes que podrán ser aprovechados de los ríos y el volumen almacenado en el embalse, lo cual constituye el volumen disponible del sistema para la temporada.

Con el volumen disponible se entra a la curva de entrega anual del sistema y se obtiene el volumen que será repartido en la temporada entre los sectores de riego. Esta repartición se realiza en base a las acciones de derechos que poseen los sectores de riego. El volumen de temporada asignado a cada sector constituye el saldo inicial de una cuenta corriente donde se contabilizan posteriormente los volúmenes mensuales que va recibiendo el sector.

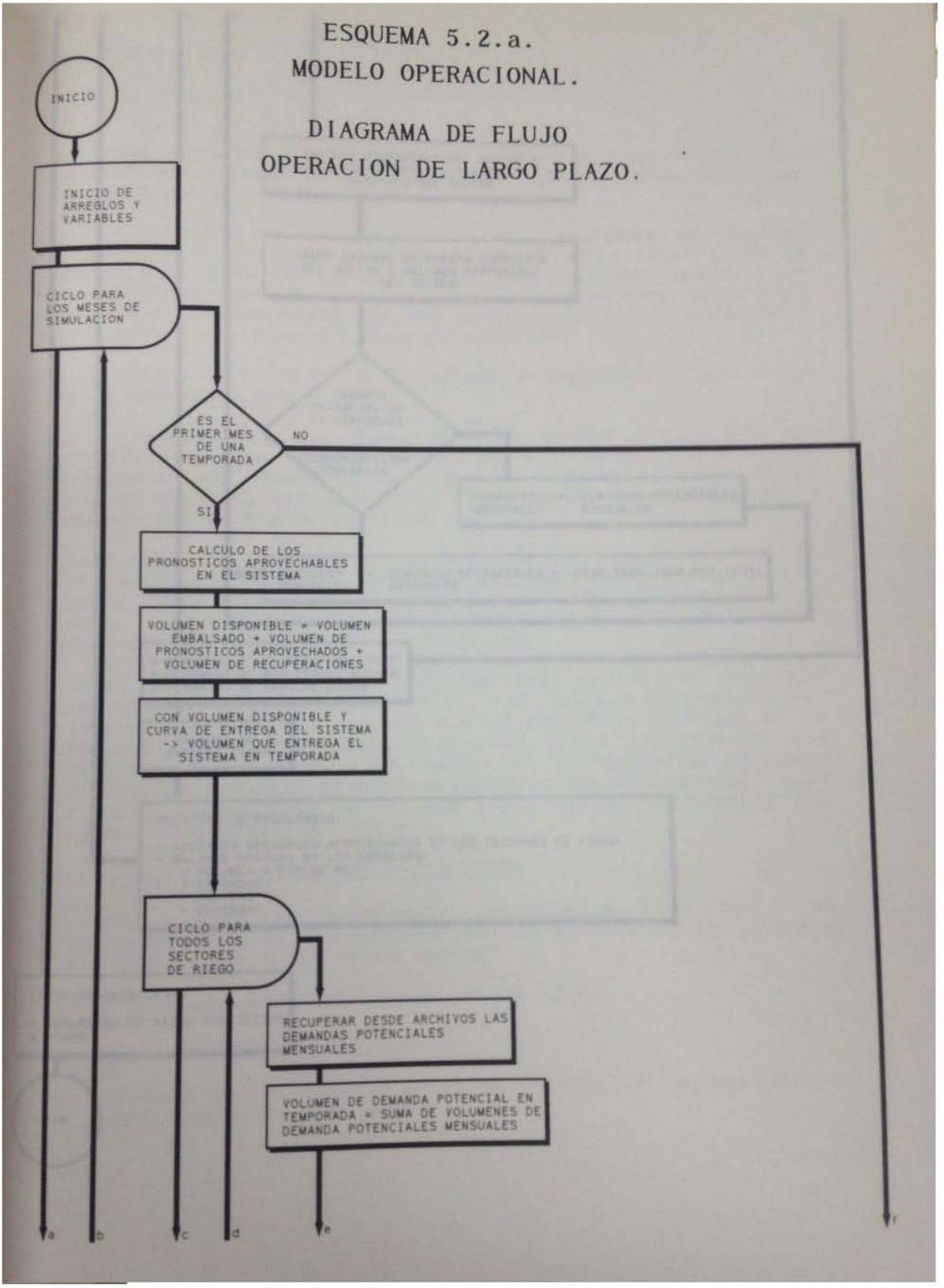
Cuando el volumen de temporada asignado a un sector es menor que el volumen de su demanda en la temporada, se restringen los

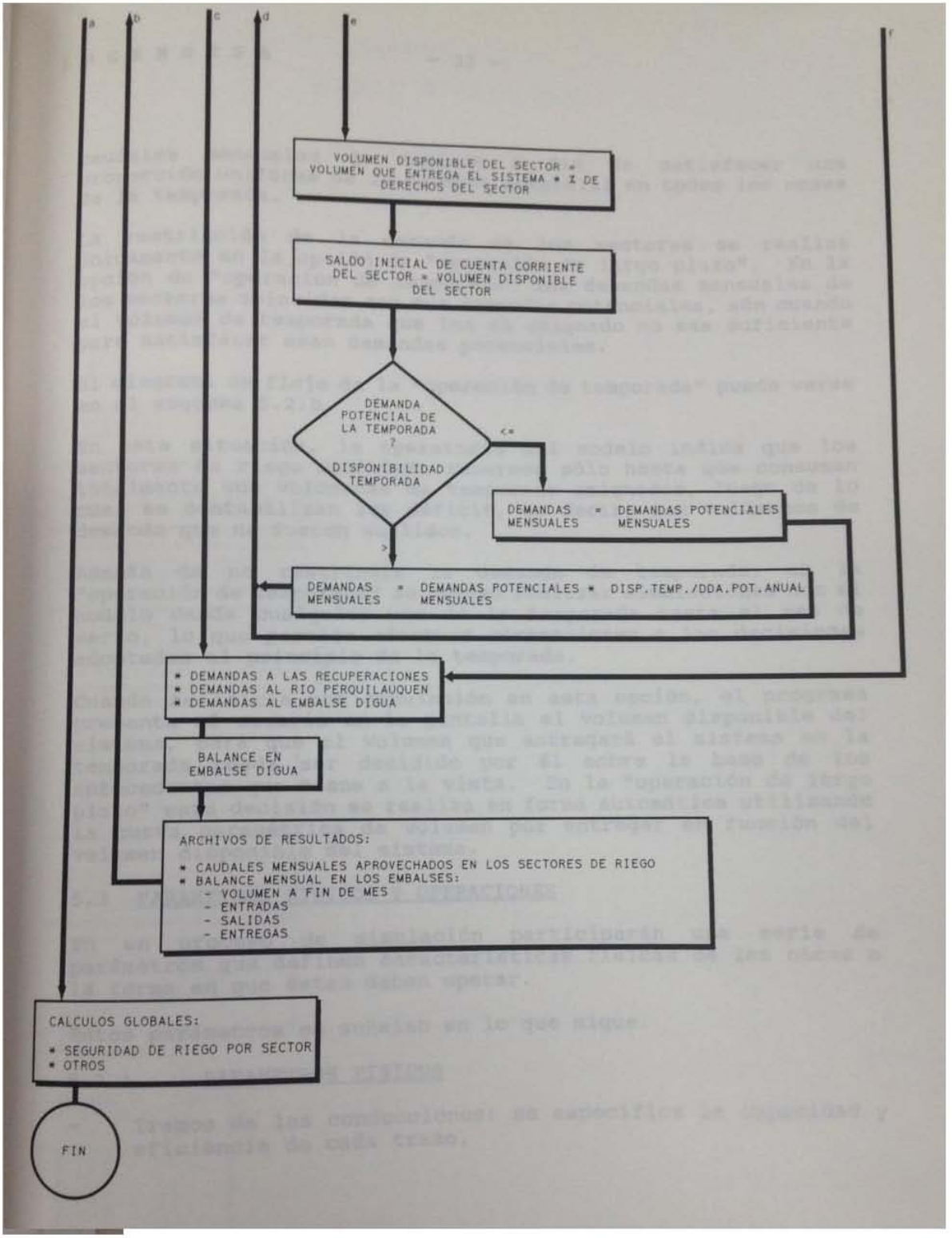
ESQUEMA 5.2.a.

MODELO OPERACIONAL.

DIAGRAMA DE FLUJO

OPERACION DE LARGO PLAZO.




a
b
c
d
e
f
VOLUMEN DISPONIBLE DEL SECTOR = VOLUMEN QUE ENTREGA EL SISTEMA * % DE DERECHOS DEL SECTOR
SALDO INICIAL DE CUENTA CORRIENTE DEL SECTOR = VOLUMEN DISPONIBLE DEL SECTOR
DEMANDA POTENCIAL DE LA TEMPORADA ? DISPONIBILIDAD TEMPORADA
<=
DEMANDAS MENSUALES = DEMANDAS POTENCIALES MENSUALES
>
DEMANDAS MENSUALES = DEMANDAS POTENCIALES MENSUALES * DISP.TEMP./DDA.POT.ANUAL
* DEMANDAS A LAS RECUPERACIONES
* DEMANDAS AL RIO PERQUILAUQUEN
* DEMANDAS AL EMBALSE DIGUA
BALANCE EN EMBALSE DIGUA
ARCHIVOS DE RESULTADOS:
* CAUDALES MENSUALES APROVECHADOS EN LOS SECTORES DE RIEGO
* BALANCE MENSUAL EN LOS EMBALSES:
- VOLUMEN A FIN DE MES
- ENTRADAS
- SALIDAS
- ENTREGAS
CALCULOS GLOBALES:
* SEGURIDAD DE RIEGO POR SECTOR
* OTROS
FIN

caudales mensuales de demanda a fin de satisfacer una proporción uniforme de la demanda potencial en todos los meses de la temporada.

La restricción de la demanda de los sectores se realiza únicamente en la opción de "operación de largo plazo". En la opción de "operación de temporada" las demandas mensuales de los sectores coinciden con sus demandas potenciales, aún cuando el volumen de temporada que les es asignado no sea suficiente para satisfacer esas demandas potenciales.

El diagrama de flujo de la "operación de temporada" puede verse en el esquema 5.2.b.

En esta situación, la operatoria del modelo indica que los sectores de riego recibirán recursos sólo hasta que consuman totalmente sus volúmenes de temporada asignados, luego de lo cual se contabilizan los déficit, es decir, los volúmenes de demanda que no fueron suplidos.

Además de no restringir la demanda de temporada, en la "operación de temporada" se pueden realizar simulaciones con el modelo desde cualquier mes de la temporada hasta el mes de marzo, lo que permite efectuar correcciones a las decisiones adoptadas al principio de la temporada.

Cuando se inicia una simulación en esta opción, el programa presenta al usuario en la pantalla el volumen disponible del sistema, para que el volumen que entregará el sistema en la temporada pueda ser decidido por él sobre la base de los antecedentes que tiene a la vista. En la "operación de largo plazo" esta decisión se realiza en forma automática utilizando la curva paramétrica de volumen por entregar en función del volumen disponible del sistema.

5.3 PARAMETROS FISICOS Y OPERACIONES

En un proceso de simulación participarán una serie de parámetros que definen características físicas de las obras o la forma en que éstas deben operar.

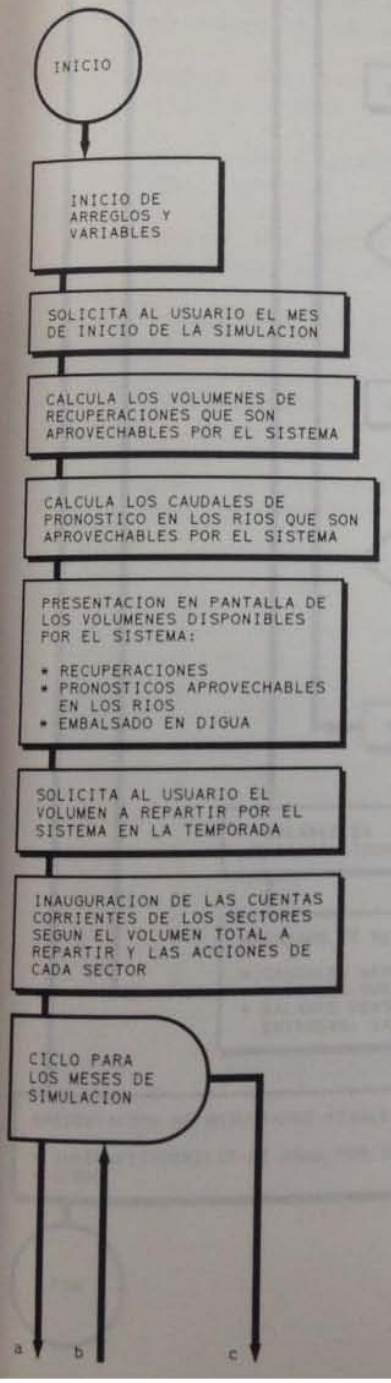
Estos parámetros se señalan en lo que sigue.

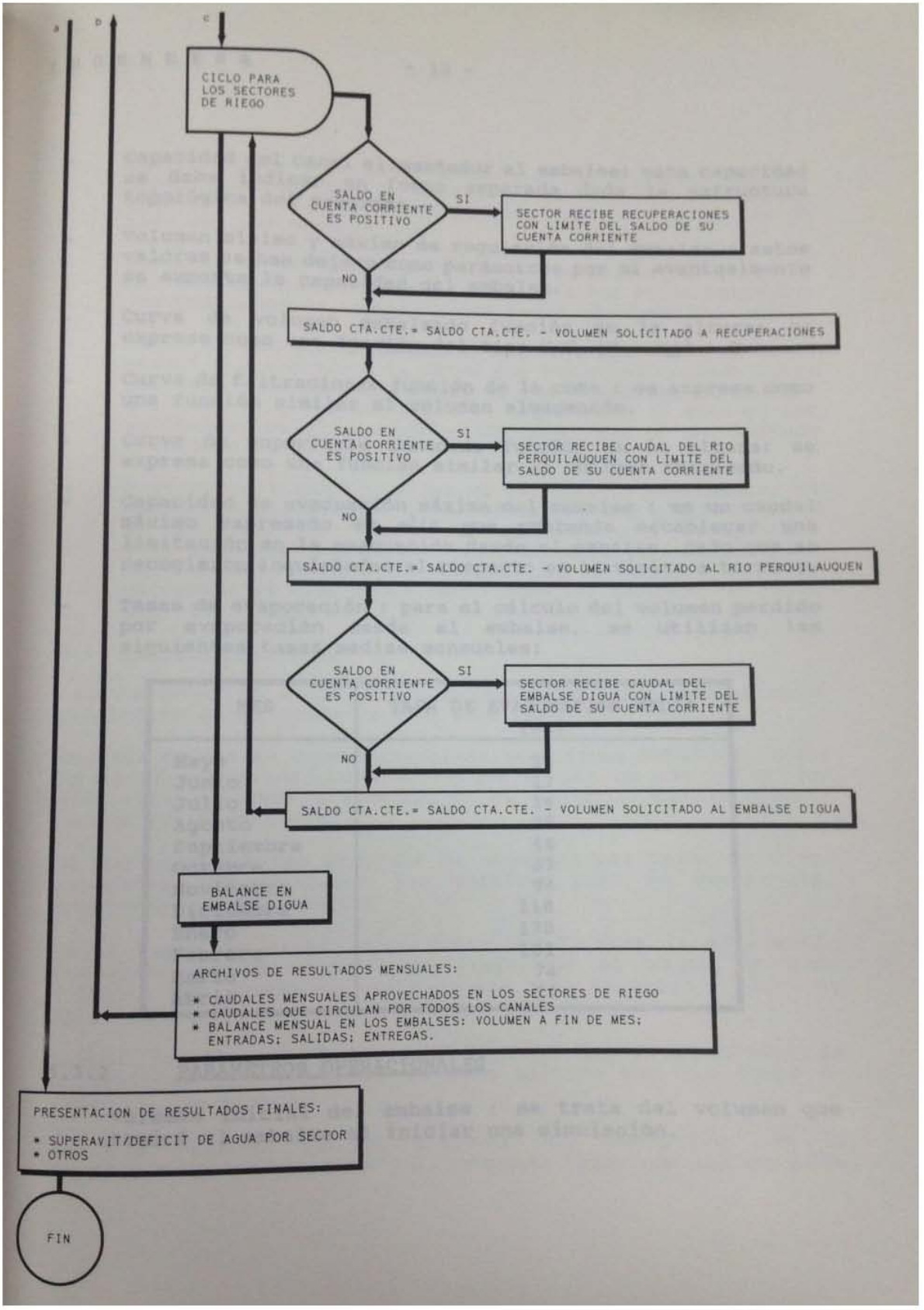
5.3.1 PARAMETROS FISICOS

- Tramos de las conducciones: se especifica la capacidad y eficiencia de cada tramo.

ESQUEMA 5.2.b.
MODELO OPERACIONAL.

DIAGRAMA DE FLUJO
OPERACION DE TEMPORADA.




a
b
c
CICLO PARA LOS SECTORES DE RIEGO
SALDO EN CUENTA CORRIENTE ES POSITIVO
SI
SECTOR RECIBE RECUPERACIONES CON LIMITE DEL SALDO DE SU CUENTA CORRIENTE
NO
SALDO CTA.CTE.= SALDO CTA.CTE. - VOLUMEN SOLICITADO A RECUPERACIONES
SALDO EN CUENTA CORRIENTE ES POSITIVO
SI
SECTOR RECIBE CAUDAL DEL RIO PERQUILAUQUEN CON LIMITE DEL SALDO DE SU CUENTA CORRIENTE
NO
SALDO CTA.CTE.= SALDO CTA.CTE. - VOLUMEN SOLICITADO AL RIO PERQUILAUQUEN
SALDO EN CUENTA CORRIENTE ES POSITIVO
SI
SECTOR RECIBE CAUDAL DEL EMBALSE DIGUA CON LIMITE DEL SALDO DE SU CUENTA CORRIENTE
NO
SALDO CTA.CTE.= SALDO CTA.CTE. - VOLUMEN SOLICITADO AL EMBALSE DIGUA
BALANCE EN EMBALSE DIGUA
ARCHIVOS DE RESULTADOS MENSUALES:
* CAUDALES MENSUALES APROVECHADOS EN LOS SECTORES DE RIEGO
* CAUDALES QUE CIRCULAN POR TODOS LOS CANALES
* BALANCE MENSUAL EN LOS EMBALSES: VOLUMEN A FIN DE MES; ENTRADAS; SALIDAS; ENTREGAS.
PRESENTACION DE RESULTADOS FINALES:
* SUPERAVIT/DEFICIT DE AGUA POR SECTOR
* OTROS
FIN

- Capacidad del canal alimentador al embalse: esta capacidad se debe indicar en forma separada dada la estructura topológica del programa.

- Volumen mínimo y máximo de regulación del embalse : estos valores se han dejado como parámetros por si eventualmente se aumenta la capacidad del embalse.

- Curva de volumen embalsado función de la altura: se expresa como una función del tipo $V=V_o\ (H - H_o)^b + C$.

- Curva de filtraciones función de la cota : se expresa como una función similar al volumen almacenado.

- Curva de superficie inundada función de la altura: se expresa como una función similar al volumen embalsado.

- Capacidad de evacuación máxima del embalse : es un caudal máximo expresado en m^3/s que pretende establecer una limitación en la evacuación desde el embalse, dado que se recogieron inquietudes al respecto en la visita a terreno.

- Tasas de evaporación : para el cálculo del volumen perdido por evaporación desde el embalse, se utilizan las siguientes tasas medias mensuales:

MES	TASA DE EVAPORACION MEDIA (mm)
Mayo	25
Junio	17
Julio	14
Agosto	25
Septiembre	46
Octubre	67
Noviembre	94
Diciembre	118
Enero	138
Febrero	101
Marzo	74
Abril	34

5.3.2 PARAMETROS OPERACIONALES

- Volumen inicial del embalse : se trata del volumen que tendrá el embalse al iniciar una simulación.

- Mes de inicio : en la "operación de largo plazo" se debe especificar el año de inicio y término del período de simulación. Siempre la simulación comenzará en el mes de mayo del año especificado.

- Acciones de los sectores de riego : en base a las acciones del sistema que tenga cada sector de riego serán asignados los volúmenes de temporada que podrá utilizar cada uno.

- Curva de entrega del sistema : en la "operación de largo plazo" corresponde a la curva que indica el volumen total que debe entregar el sistema en una temporada en función del volumen disponible, que se compone por la suma de los volúmenes de recuperación, de los ríos y el volumen embalsado en Digua.

- Derechos del embalse Digua en río Cato : legalmente, el embalse Digua dispone de un máximo de 182 millones de m^3 al año en el río Cato que son aprovechables por derecho. Esta limitación no se considera en la práctica, razón por la cual el volumen de derecho se ha dejado como un parámetro al cual normalmente debe ser asignado un valor muy alto (> 500 mill. m^3).

5.4 DEMANDAS DE RIEGO

Las demandas de riego que cada sector plantea mensualmente provendrán de su estructura de cultivos.

En cada sector se debe ingresar su superficie total cultivada en hectáreas y los porcentajes que ocupan en ese total los distintos cultivos presentes en el sistema, con un número máximo de 10 cultivos.

En una pantalla del programa se muestran las tasas de riego mensuales que requieren los cultivos para su desarrollo, expresadas en m^3/há/mes.

Estas tasas de riego deben tener incorporada la eficiencia ponderada de los métodos de riego que se ocupan en cada cultivo, por cuanto se trata de una tasa de riego a nivel de cabecera de predio.

Luego, la demanda de un mes para un sector provendrá de multiplicar las hectáreas de cada cultivo por las tasas de riego de los mismos.

Se debe recordar que al efectuar una simulación en la "operación de largo plazo", el programa restringe las demandas

mensuales en caso que el volumen de temporada que dispone un sector no alcance para satisfacer su demanda potencial de temporada.

5.5 RECURSOS DE AGUA DEL SISTEMA

Los recursos de agua del sistema Digua son en parte regulados en el embalse Digua y en parte utilizados directamente, según el siguiente detalle:

- Regulados en embalse Digua:
  - + Caudal sobrante del río Longaví traído a través del canal alimentador.
  - + Caudal afluente al embalse Digua por el río Cato.
- No regulados:
  - + Caudal sobrante del río Perquilauquén traído a través del canal Perquilauquén-Cato o captado directamente desde este río.
  - + Recuperaciones recogidas por esteros y brazos de ríos.

La Resolución N° 1120 de la D.G.A. estableció que los sobrantes del río Longaví son los caudales que superan las demandas de los terrenos regados en este río, las cuales se indican en la tabla 5.5.1 siguiente. En la práctica, las demandas establecidas han resultado superiores a las reales y presentan un máximo de 32 m^3/s. Debido a esto, en la tabla 5.5.1 se indican también las demandas supuestas para el río Longaví calculadas como una proporción de las demandas establecidas por la Resolución N° 1120.

TABLA N° 5.5.1
COMPROMISO DE RIEGO EN RIO LONGAVI. (m^3/s)

MES	DEMANDA R. N° 1120	DEMANDA REAL
SEPTIEMBRE	40	29
OCTUBRE	40	29
NOVIEMBRE	45	32
DICIEMBRE	45	32
ENERO	45	32
FEBRERO	45	32
MARZO	40	29
ABRIL	25	18

Los caudales mensuales que superan los valores de la tabla son captados por el canal Alimentador, cuya capacidad es de 22 m^3/s. Sin embargo, antes de llegar al embalse el canal Alimentador debe entregar recursos al canal Municipal Quillaimo para satisfacer la demanda de riego de los sectores que abastece. La curva de demanda del canal Municipal Quillaimo es la indicada en la tabla N° 5.5.2 siguiente:

TABLA N° 5.5.2
DEMANDA CANAL MUNICIPAL QUILLAIMO

MES	DEMANDA (m^3/s)
MAYO	0,00
JUNIO	0,00
JULIO	0,00
AGOSTO	0,00
SEPTIEMBRE	6,67
OCTUBRE	6,67
NOVIEMBRE	7,50
DICIEMBRE	7,50
ENERO	7,50
FEBRERO	7,50
MARZO	6,67
ABRIL	4,17

Los valores anteriores pueden ser modificados por el usuario del programa para establecer criterios más adecuados a la práctica.

El río Cato posee consumos para riego aguas arriba del embalse Digua pero, al no estar esta zona comprendida en el Sistema Digua, no se consideran y se toman en cuenta sólo los recursos reales que recibe el embalse.

La Resolución N° 18 de 1988 de la D.G.A. concede derechos consuntivos en el río Cato en favor del Fisco por 182 millones de m^3 al año. Dada la ausencia de alternativas para el uso de este recurso, en la práctica no se considera este límite legal. En el modelo se ha implementado un parámetro que representa estos derechos legales, lo que permite efectuar un análisis sobre este respecto.

La utilización de recursos del río Perquilauquén también está sujeta a respetar una demanda de riego de terrenos regados con este río que no pertenecen al sistema Digua. Los caudales de esta demanda están consignados en la tabla N° 5.5.3 siguiente:

TABLA N° 5.5.3
COMPROMISO DE RIEGO EN RIO PERQUILAUQUEN

MES	DEMANDA (m^3/s)
MAYO	0,00
JUNIO	0,00
JULIO	0,00
AGOSTO	0,00
SEPTIEMBRE	0,15
OCTUBRE	2,20
NOVIEMBRE	3,40
DICIEMBRE	4,03
ENERO	4,33
FEBRERO	3,76
MARZO	2,46
ABRIL	1,39

Los recursos del río Perquilauquén se captan normalmente a través del canal Perquilauquén-Cato para abastecer el sector regado con el canal matriz Digua. Los sectores regados con los canales Perquilauquén Fiscal y Perquilauquén-Ñiquén pueden captar recursos directamente del río Perquilauquén donde se ubican sus bocatomas, de modo que la capacidad y el estado de conservación del canal Perquilauquén-Cato no es limitante para el abastecimiento de estos dos sectores.

Los valores de la tabla anterior también pueden ser modificados en el programa para cubrir otras situaciones deseadas.

Las recuperaciones que son aprovechadas por los sectores del sistema provienen de esteros y brazos de río que drenan terrenos regados fuera del sistema Digua o tienen aportes de sus cuencas propias.

En el modelo se consideran las recuperaciones como nuevos afluentes localizados en distintos nodos del sistema, cuyo aporte es un caudal constante a lo largo del año. Los valores de estos caudales que corresponden al valor mínimo de aporte estimado en cada caso, se resumen en la tabla N° 5.5.4. siguiente:

TABLA Nº 5.5.4.
RECUPERACIONES DEL SISTEMA DIGUA

ORIGEN	CAUDAL (m^3/s)
ESTERO ZANJON GRANDE 1	0,050
ESTERO LAS CAUCHAS	0,050
ESTERO HUINGANES	0,050
ESTERO ZANJON GRANDE 2	0,100
ESTERO BOQUILEMO	0,120
ESTERO MONTE MANZANO	0,100
ESTERO ZANJON	0,080
RIO LONGAVI	0,350
RIO PERQUILAUQUEN VIEJO	0,200
RIO ÑIQUEN	0,300
RIO CATO MAS RIO PERQUILAUQUEN	1,100
RIO ÑUBLE (SOLO EN SEPTIEMBRE Y OCTUBRE)	4,000

Los nodos y sectores de riego en donde se han supuesto concentrados estos aportes fueron indicados en el punto 5.1 de este informe.

Los caudales de los ríos Longaví, Cato y Perquilauquén que se utilizan en la "operación de temporada" deben ser ingresados por el usuario del programa y corresponderán a los pronósticos de la temporada que se esté planificando. La "operación de largo plazo" contiene una base de datos con estadísticas completas del régimen observado en los tres ríos, que cubren las temporadas 52/53 a la 88/89.

En el modelo se ha dejado un parámetro que permite introducir un error sistemático en los pronósticos que utiliza el modelo en la operación por temporadas. Este parámetro es un factor que amplifica o disminuye la estadística de caudales reales construyendo de esa manera los caudales pronosticados para toda la serie estadística. La introducción de este parámetro permite apreciar la incidencia de los errores de los pronósticos en el funcionamiento de largo plazo del sistema, cuando estos errores son sistemáticos por exceso o por defecto.

5.6 RESULTADOS DE UN PROCESO

Los resultados que entrega el modelo al efectuar una simulación son de dos clases, de acuerdo al enfoque del tipo de operación.

La "operación de temporada" está orientada a que el usuario pueda ajustar las hectáreas sembradas y los cultivos con el volumen de agua disponible en la temporada. El resultado que ofrece esta opción es una lista con los volúmenes de déficit o superávit ocurridos en los sectores de riego en la temporada. Este concepto será ampliado en el punto 6. de este informe.

La "operación de largo plazo" ayuda a efectuar diagnósticos del funcionamiento del sistema en el largo plazo. El resultado principal que ofrece esta opción es una tabla con los volúmenes recibidos por los sectores de riego para distintas seguridades de riego, que van de 40% a 100%. Además, permite apreciar la historia de los balances mensuales en el embalse Digua, donde aparece el volumen que recibió el embalse, los volúmenes que salieron por su válvula, por evaporación y filtración, por rebozamiento y los volúmenes embalsados a fines de cada mes.

6. VALORIZACION ECONOMICA DE UN PLAN DE CULTIVOS

El objetivo principal del modelo de servir de ayuda en la planificación de los cultivos en una temporada se consigue utilizando la opción de "operación de temporada".

El concepto que ha servido de base para esta opción es que siempre debe ser utilizada toda el agua que es capaz de ofrecer el sistema en la temporada. Si se utiliza menos agua se estarán desperdiciando recursos y en caso de requerir más agua que la disponible se presentarán déficit en los terrenos cultivados.

El programa de computación se ha organizado para ayudar a cumplir el requisito anterior. Al iniciar una simulación, se presenta al usuario el volumen disponible del sistema, con los volúmenes parciales que lo componen. El usuario decide si se distribuye el total del volumen disponible o una cantidad menor. El programa distribuye el volumen que se decide entregar entre los sectores de riego conforme a las acciones de derechos que posea cada uno y realiza la operación simulada del sistema desde el mes deseado hasta el mes de marzo.

Finalizada la simulación, el programa entrega una contabilidad resumida donde se indican los volúmenes de déficit o superávit obtenidos en cada sector. El déficit (volumen negativo) será el volumen de demanda no suplida del sector y el superávit (volumen positivo) será la parte sobrante del volumen disponible por derecho en cada sector que no se requirió por tener un menor volumen de demanda.

Con los resultados anteriores el usuario estará capacitado para modificar las demandas de los sectores a objeto de ajustarlas a los volúmenes disponibles en cada uno, para lo cual podrá cambiar las héctáreas totales cultivadas en ellos o sus distribuciones porcentuales de cultivos. El proceso de simulación deberá ser repetido hasta conseguir que los volúmenes de déficit y superávit sean lo suficientemente pequeños para el criterio adoptado por el usuario.

Una vez finalizado el proceso de ajuste del agua disponible, el usuario podrá utilizar la opción de "análisis económico" para cuantificar los beneficios económicos del plan de cultivos que está examinando. Por supuesto existirán numerosos planes de cultivos que utilicen un mismo volumen de agua disponible, entre los cuales el usuario deberá discernir en función de los resultados económicos o adicionando a éstos algún otro criterio.

La opción de "análisis económico" permite apreciar los cálculos parciales de la valorización económica para un sector de riego en particular o para todo el sistema en general.

Al analizar un sector de riego se verán los datos básicos que se utilizan en el cálculo, los cuales son comunes para un mismo cultivo en todos los sectores del sistema.

Para cada cultivo se podrán ver y modificar los siguientes valores:

- Producción por hectárea (Unidad/há)
- Ingreso unitario de la producción ($/Unidad)
- Costo unitario de la producción ($/há).

Con estos valores y las hectáreas sembradas de cada cultivo en el sector de riego se calculan los valores económicos siguientes por cultivo:

- Ingresos de la producción ($) =
  Hectáreas del cultivo * Producción por hectárea * Ingreso unitario de la producción
  (há * Unidad/há * $/Unidad)

- Costos de producción ($) =
  Hectáreas del cultivo * Costo unitario de la producción
  (há * $/há)

- Margen de utilidad ($) =
  Ingresos de la producción - Costos de producción
  ($ - $)

La suma de los márgenes de utilidad de los cultivos de un sector representa el margen de utilidad total del sector.

En la opción de análisis económico para el sistema completo se muestran los resultados de ingresos de la producción, costos de producción y márgenes de utilidad para todos los sectores de riego y la suma para el sistema.

7. PROCESOS DE SIMULACION EFECTUADOS

7.1 VERIFICACION DEL MODELO

Antes de iniciar las simulaciones de largo plazo, se realizó un proceso de verificación de los resultados que entrega el modelo. Para la verificación del modelo se usaron los recursos hídricos, tasas de riego, áreas cultivadas y demandas por sectores entregados por la administración del embalse Digua en la Memoria Anual de Operaciones del Sistema Embalse Digua, temporada agrícola 1991/1992.

Para realizar la verificación se usaron los valores reales, establecidos en la citada Memoria. Como no se conoce exactamente la distribución de cultivos, se estimó una tasa que corresponde al promedio del Sector Digua, Per-Fiscal y Per-Ñiquén. Estas tasas, que son las reales del sistema, resultan mayores que las teóricas dadas por los especialistas del área agraria del Consultor. La tabla siguiente muestra los valores de las tasas de riego teóricas consideradas para los estudios de la situación futura.

TABLA DE TASAS DE RIEGO
POR CULTIVO A NIVEL DE POTRERO
(m^3/há/mes)

CULTIVO	ARROZ	PRADERA	REMOLACHA	CHACRAS	CEREALES	OTROS
Sept.	1152	-	-	-	-	-
Oct.	2544	1644	944	904	2184	904
Nov.	2217	3159	1433	1924	2384	1924
Dic.	2986	3586	2416	2056	2286	2056
Ene.	3229	2521	2216	2236	-	2236
Feb.	2572	2364	2089	1829	-	1829
Mar.	1083	1626	1860	-	-	-
TOTAL	15783	14899	10958	8949	6854	8949

Las tasas de riego usadas en la validación del modelo son las que se muestran en la tabla siguiente:

TABLA DE TASAS DE RIEGO REALES
Temporada 91/92
(m^3/há/mes)

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL
Digua	3993	4859	4597	4681	4406	1422	23957
Per-Fiscal	1403	4759	4585	5000	4933	558	21238
Per-Ñiquén	3991	4484	4634	4550	4259	0	21918

Por otra parte las superficies sembradas en cada sector se calcularon a base de la superficie pronosticada. Para cada sector de riego se asignó una superficie cultivada en forma proporcional a las acciones de cada sector, resultando la siguiente distribución:

TABLA DE SUPERFICIES REGADAS
Temporada 91/92
(ha)

Superficie total bajo canal Digua	12.772
Sector A	
Derivado cero	178
Derivado uno	1.335
Derivado dos	831
SUMA	2.344
Sector B	5.476
Sector C	
Derivado cuatro	546
Derivado cinco	444
Derivado matriz	3.962
SUMA	4.952
Canal Per-Fiscal	2.255
Canal Per-Ñiquén	2.833

Los afluentes y caudales comprometidos se obtuvieron de los puntos dos y siete de la memoria anual de operaciones del Sistema Embalse Digua de la temporada agrícola 91/92.

AFLUENTE Y CAUDALES COMPROMETIDOS
Temporada 91/92

	LONGAVI			PERQUILAUQUEN			CATO		
	AFL	COM	NETO	AFL	COM	NETO	AFL	COM	NETO
SEP.	66,50	66,26	0,24	56,90	56,90	0,00	6,63	0	6,63
OCT.	50,50	40,04	10,46	36,10	30,00	6,08	6,95	0	6,95
NOV.	32,00	25,02	6,98	16,90	7,88	9,02	1,90	0	1,90
DIC.	31,00	28,64	2,96	14,40	6,00	8,40	1,21	0	1,21
ENE.	22,70	22,37	0,33	6,50	3,76	2,74	1,84	0	1,84
FEB.	21,00	21,00	0,00	3,30	2,47	0,83	0,29	0	0,29
MAR.	0,00	0,00	0,00	6,42	0,00	6,42	0,69	0	0,69

Como pronóstico se usaron los caudales netos mostrados en la tabla anterior.

La simulación se inició el mes de Septiembre con un volumen inicial de 212,133 millones de m3. Después de correr el modelo se obtuvo una curva de volúmenes, en el embalse Digua, para la temporada de riego que se incluye en el gráfico 7.1 adjunto, además se incluye el gráfico 7.2 de los caudales simulados y reales de los principales canales del sistema. Se puede observar que la operación del modelo para dicha temporada, entrega un ajuste muy satisfactorio entre los resultados obtenidos con el modelo y los resultados reales de la temporada.

7.2 SIMULACIONES DE OPERACION A LARGO PLAZO

Para la verificación de las capacidades de porteo de los canales a largo plazo, se decidió correr el modelo en el modo "simulación de largo plazo", pero con la tasas entregadas por el equipo agrario del Consultor.

La tabla de volúmenes recibidos por los sectores según la seguridad de riego permite apreciar la incidencia final de una modificación en la infraestructura, tal como un cambio de la capacidad de conducción en un canal.

Se realizó un primer proceso de simulación con las capacidades actuales de los canales. La demanda de riego se estableció con una superficie cultivada de 19.642 há, incluyendo la zona de Ñiquén con 2.788 há, lo cual significa un volumen de demanda de 283 millones de m^3 para la temporada. Esta superficie es posible regarla con casi una seguridad de 100%.

GRAFICO 7.1

EMBALSE DIGUA
VOLUMENES REALES Y SIMULADOS

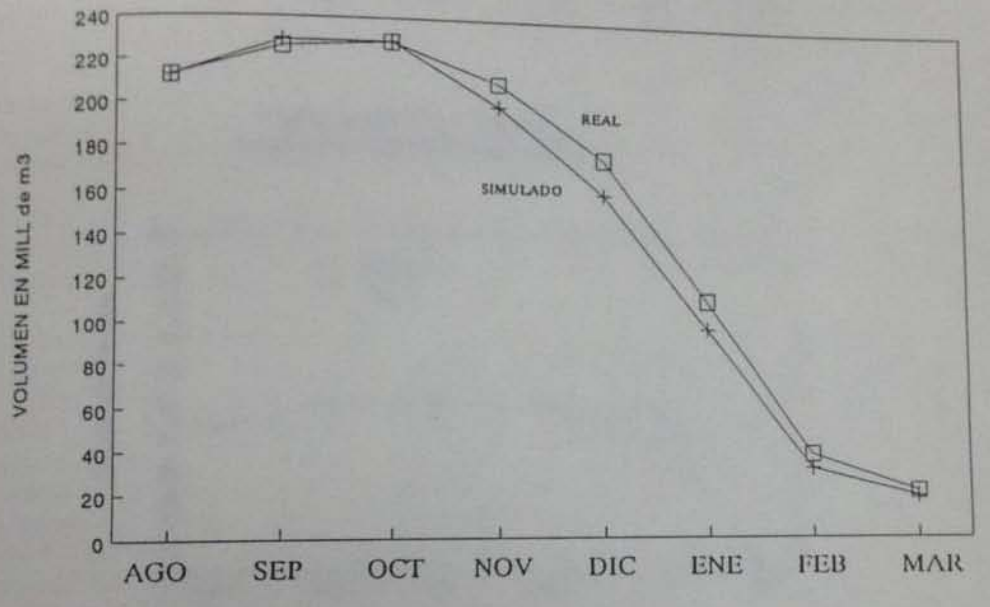
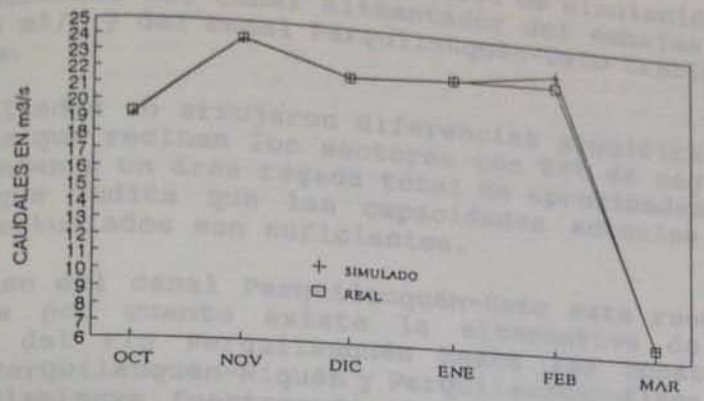
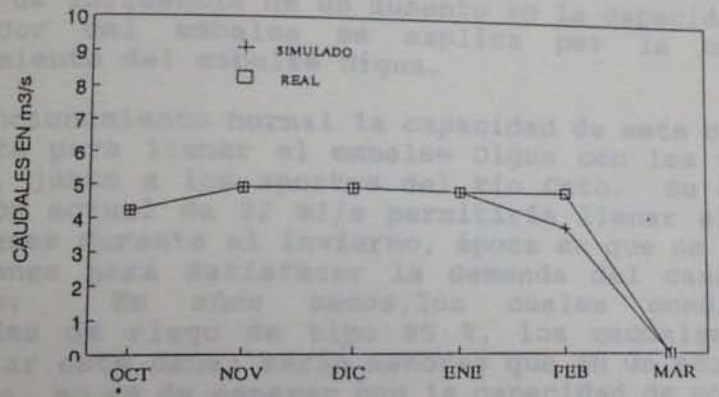


GRAFICO 7.2

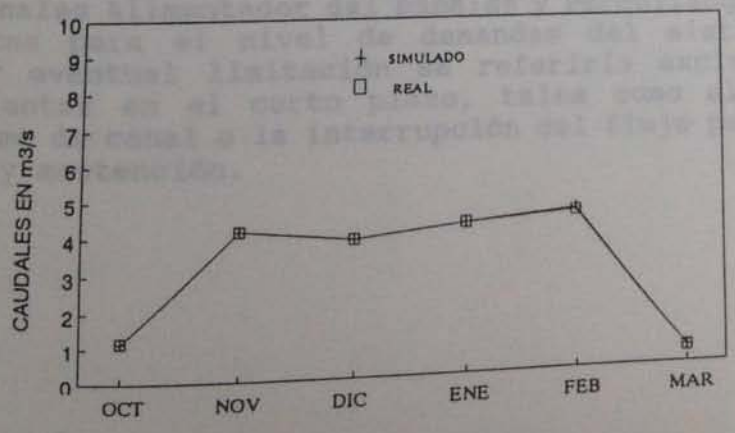
CANAL MATRIZ DIGUA
CAUDALES REALES Y SIMULADOS



CANAL MATRIZ PER-ÑIQUEN
CAUDALES REALES Y SIMULADOS



CANAL MATRIZ PER-FISCAL
CAUDALES REALES Y SIMULADOS



A continuación, se efectuaron procesos de simulación aumentando las capacidades del canal Alimentador del embalse Digua de 22 m^3/s a 24 m3/s y del canal Perquilauquén-Cato también de 20 m^3/s a 22 m^3/s.

Los resultados no arrojaron diferencias significativas en los volúmenes que reciben los sectores con 85% de seguridad y que corresponden a un área regada total de aproximadamente 25.000 ha, lo que indica que las capacidades actuales de los dos canales estudiados son suficientes.

En el caso del canal Perquilauquén-Cato este resultado es de esperarse por cuanto existe la alternativa de llevar los caudales del río Perquilauquén hasta las bocatomas de los canales Perquilauquén-Ñiquén y Perquilauquén-Fiscal por el río, lo que disminuye fuertemente el requerimiento de porteo del canal Perquilauquén-Cato, que sólo debe abastecer a los sectores regados con el canal matriz Digua. El uso eventual de este canal en períodos de sequía no presentaría dificultades por cuanto los caudales serán pequeños en esa situación.

La falta de influencia de un aumento en la capacidad del canal Alimentador del embalse se explica por la capacidad de almacenamiento del embalse Digua.

En un funcionamiento normal la capacidad de este canal ha sido suficiente para llenar el embalse Digua con los volúmenes de invierno, junto a los aportes del río Cato. Su capacidad de conducción actual de 22 m3/s permitiría llenar el embalse en cuatro meses durante el invierno, época en que no se requieren extracciones para satisfacer la demanda del canal Municipal Quillaimo. En años secos,los cuales condicionan las seguridades de riego de tipo 85 %, los caudales que deberá transportar este canal serán menores que en un año normal. De tal manera, no es de esperar que la capacidad de conducción del canal Alimentador resulte insuficiente en un análisis de largo plazo.

Luego, se concluye que las capacidades de conducción actuales de los canales Alimentador del embalse y Perquilauquén-Cato son suficientes para el nivel de demandas del sistema Digua y cualquier eventual limitación se referiría exclusivamente a inconvenientes en el corto plazo, tales como el colapso de algún tramo de canal o la interrupción del flujo para faenas de limpieza y mantención.

para visualizar las capacidades de porteo de los canales principales del Sistema a través de un proceso de simulación de largo plazo, se entrega la tabla 7.1 que corresponde al proceso que simula la superficie máxima capaz de ser regada con 85% de seguridad. Esta superficie para las demandas de riego propuestas por el Consultor resulta ser de 27.824 ha. Los resultados de los requerimientos máximos de cada canal se entregan en la mencionada tabla 7.1.

4. INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DIGUA

De la operación del modelo en la alternativa de largo plazo, se ha deducido que las obras hidráulicas principales del Sistema Digua están dimensionadas para cumplir a cabalidad con las solicitaciones de caudal que el sistema requiere. Por lo tanto no se necesitan obras nuevas ni modificaciones a las obras existentes que levanten limitaciones a sus capacidades de diseño.

En las visitas a terreno realizadas, se pudo constatar que los equipos mecánicos de las bocatomas Remulcao y Zemita han sufrido algunos percances derivados de operaciones defectuosas, que han producido daños menores en las estructuras de algunos equipos. Tal es el caso de la estructura de la obra de toma de la bocatoma Remulcao, (ver Anexo V, fotografía 4), donde se aprecia que el pedestal de la compuerta derecha se quebró y fue reparado mediante soldadura, agregándose además una pieza de acero redondo que refuerza la base del soporte. Asimismo, en la compuerta derecha de la obra de toma de la bocatoma Zemita se encontró que el ángulo de soporte de las vigas superiores de la compuerta fue estirado y deformado tal como se aprecia en la fotografía N° 7 del Anexo V.

No obstante lo anterior, los equipos de las bocatomas visitadas, Zemita, Remulcao, la del Canal Alimentador Digua y la del Canal Per-Ñiquén, en general se encuentran en condiciones de operar sin más limitaciones que las propias que se derivan del diseño de estos equipos. Estas limitaciones básicamente son las siguientes:

- Falta de rapidez para mover las compuertas, e
- Incapacidad para impedir automáticamente una mala maniobra.

Por otra parte es preciso hacer presente que estos equipos ya tienen una gran parte de su vida útil transcurrida, la que se estima en unos 20 a 25 años.

En el anexo IV se entrega un diagnóstico de la situación actual de los equipos de estas bocatomas y un presupuesto estimativo de las soluciones estudiadas para su modernización.

La mayor ventaja de implementar equipos motorizados es lograr una operación mas rápida y segura.

Asimismo, se debería complementar esta modernización con equipos de intercomunicación inalámbrica que permitan el enlace

entre los operadores de las bocatomas y los que se encuentren en otros puntos del sistema donde se requiera información instantánea de la operación que se esté realizando.

Cabe hacer presente que se constató la existencia de energía eléctrica a corta distancia de las bocatomas visitadas lo que facilitaría la modernización de estos equipos.

Finalmente, podemos resumir nuestra opinión diciendo que, visto el estado actual de los equipos, las opiniones del personal técnico que los supervisa y teniendo en cuenta su antigüedad, sería conveniente reparar los equipos dañados y motorizarlos para lograr una operación mas rápida y segura.

Del análisis realizado se propone una solución que consiste básicamente en un motorreductor, conectado mediante una transmisión a cadena al actual eje lento del accionamiento manual. Las disposiciones típicas para cada solución, se muestran en las láminas 1 y 2 del Anexo IV, para mecanismos anclados sobre losa de hormigón y sobre vigas metálicas respectivamente.

rán representados por el dueño único del derecho de aprovechamiento de las aguas.- ARTICULO SEPTIMO.- Para los efectos de los presentes Estatutos, en adelante se denominará "accionista" a la Asociación, Comunidad o dueño único de un canal, según el caso afectos a ésta Junta.- ARTICULO OCTAVO.- Los canales comprendidos en ésta Junta de Vigilancia con sus respectivos derechos de aprovechamiento de aguas, los de carácter permanente expresados en acciones y las de carácter eventual expresados en litros por segundo, son los siguientes: Población o Municipal, ciento diez acciones y seiscientos treinta y cinco litros por segundo.- Digua, trescientas veinte acciones.- Ajial o Villa Rosa, seiscientas setenta acciones y ochocientos noventa y cinco litros por segundo.- Camelias, cuatrocientas acciones y doscientos litros por segundo.- Quillaimo, quinientas acciones.- Porvenir, mil cuatrocientas acciones y cien litros por segundo.- Esperanza o Macal, quinta Hijuela A., quinta Hijuela B. y San José, dos mil acciones y mil litros por segundo.- Ibañez, trescientas acciones y cuatrocientos diez litros por segundo.- San Marcos, cuatrocientas cincuenta acciones y seiscientos veinticinco litros por segundo.- San Nicolás, mil quinientas veinte acciones y quinientos veinte litros por segundo.- Sexta o Tránsito, cuatrocientas acciones y mil trescientos litros por segundo.- Tercera, ochocientas acciones y mil doscientos litros por segundo.- Molino, mil acciones y cien litros por segundo.- Romeral, cuatrocientas acciones y setecientos noventa litros por segundo.- Robles Nuevo, doscientas sesenta acciones y mil trescientos diez litros por segundo.- Robles Viejo, quinientas cuarenta acciones y mil ciento noventa litros por segundo.- Cardos, mil quinientas acciones y trescientos cincuenta litros por segundo.- Nogales, mil trescientas acciones.- San Ignacio, cuatrocientas cincuenta acciones y

veinticinco litros por segundo.- Copihue, novecientas acciones y cincuenta litros por segundo.- Mercedes, mil doscientas acciones y treinta litros por segundo.- Retiro, mil doscientas acciones y doscientos litros por segundo.- Rosas o Benavente, seiscientas acciones.- Primera, ochocientas acciones.- La Primera - Bajo - ochocientas acciones.- Carmen, cuatrocientas treinta acciones y mil ciento cincuenta y cinco litros por segundo.- Maitenes, cuatrocientas setenta acciones, ciento treinta y cinco litros por segundo.- Cuñao, doscientas acciones y novecientos litros por segundo.- La Cuarta, cien litros por segundo.- La Sexta, cuatrocientos litros por segundo.- Totales: veinte mil novecientas veinte acciones y trece mil seiscientos veinte litros por segundo.- Además, según Decreto número dos mil trescientos sesenta y seis, de quince de Diciembre de mil novecientos cincuenta y tres, del Ministerio de Obras Públicas, se reservaron veinticinco mil litros por segundo del ejercicio eventual del rio Longavi, para ser conducidas por el Canal Digua al Embalse del mismo nombre en actual construcción.- ARTICULO NOVENO.- Se deja constancia de que los derechos de agua referidos en el artículo anterior tienen su origen en diferentes títulos, entre ellos, el uso inmemorial, y que han sido reconocidos por el Estado en virtud de los Decretos Supremos números seiscientos noventa y tres, de treinta y uno de Marzo de mil novecientos treinta y ocho, del Ministerio de Fomento y setecientos noventa y seis de treinta de Abril de mil novecientos cincuenta y uno del Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación.- Se establece expresamente que los derechos a que se refiere este último Decreto, que consisten en ochocientas acciones del Embalse Bullileo, equivalen para los efectos de su aprovechamiento a trescientas veinte acciones o partes de ejercicio permanente del Rio

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DECLARA RESERVADAS PROVISIONALMENTE A FAVOR DEL FISCO AGUAS SOBRANTES DE LA PRIMERA SECCION DEL RIO LONGAVI.
Ref. 1-221-7.

IMB.-

SANTIAGO, 15 de Diciembre de 1953.

S. E. DECRETO HOY LO QUE SIGUE :

N° 2 3 1 1 .- Visto el oficio N° 2366, de 10 de diciembre del año en curso, de la Dirección de Riego,

D E C R E T O :

1°.- Declárase reservadas provisionalmente a favor del Fisco 25.000 litros por segundo de las aguas sobrantes de la Primera Sección del río Longaví y sus afluentes, comprendida entre la Cordillera de Los Andes y el puente del Ferrocarril Central, con el objeto de almacenarlas en el Embalse Digua.

2°.- La presente reserva será sin perjuicio de los derechos legalmente constituídos de ejercicio permanente o eventual en actual uso y ejercicio, y que son los que permiten servir la zona de riego obligatorio fijada por decreto N° 915, de 18 de mayo de 1953.

Anótese en el Rol de Mercedes de Aguas.

Tómese razón, comuníquese y publíquese el presente decreto por tres veces en un periódico de la ciudad de Linares y Parral y por una vez en el Diario Oficial.

CARLOS IBAÑEZ DEL CAMPO.
Orlando Latorre G.-

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.

Dios gde. a Ud.,

DEPARTAMENTO DE RIEGO
SECCION AGUAS
Anotada en el Rol con el
N. 118 del libro. F.....
.....
ING. JEFE DE SECCION

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
Y VIAS DE COMUNICACION

A.G.

Declara en explotacion definitiva obras EMBALSE BULLILEO y las entrega a la Asociación de Canalistas respectiva . Departamento de Riego. DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS. Ref; 1-213-7.

SANTIAGO 18 de Mayo de 1953.
S.E. DECRETO HOY LO QUE SIGUE:

Nº 9 1 5 .- Visto el oficio Nº 2480, de 13 de Mayo del año en curso, de la Direccion General de Obras Públicas,

D E C R E T O :

1º .- Declárense en explotación definitive las obras del Embalse de Bullileo, ubicadas en el Departamento de Parral de la Provincia de Linares, a contar desde el 1º de enero del presente año.

2º .- Entréganse estas obras y los terrenos y campamentos que ellas ocupan a la Asociacion de Canalistas correspondientes, a contar desde el 1º de Enero del año en curso.

3º .- La zona de Riego obligatorio del Embalse Bullileo es la fijada por los decretos Nºs. 693 y 796, de fechas 31 de Marzo 1938 y 30 de Abril de 1951, respectivamente, del Ministerio de Obras Públicas y Vias de Comunicación.

4º .- Autorízase al Director del Departamento de Riego de la Dirección General de Obras Públicas para firmar, en representación del Fisco, las escrituras públicas necesarias para dar cumplimiento a lo dispuesto en el presente decreto.

Tómese razón, comuníquese y publíquese.

CARLOS IBAÑEZ DEL CAMPO.

Orlando Latorre G.

Lo que transcribo a Ud, para su conocimiento.
Dios Gue, a Ud.

ES COPIA FIEL

3310

DIR.GEN.DE OBRAS PÚBLICAS
Departamento de RIEGO
19 JUN 1953
ANEXO
2 - 5 - el 19

Deretos Varios

Lo que pongo en su conocimiento

Saluda atte. a Ud.

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

TRANSMISION
Ing. Jefe
1
3
2
19-VI-53

ESTATUTOS

"JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONGAVÍ Y SUS AFLUENTES"

ARTÍCULO PRIMERO: La "Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes" constituida y aprobada por Decreto Supremo número dos mil seiscientos sesenta y seis, de fecha veintisiete de diciembre de mil novecientos cincuenta y siete, del Ministerio de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial de tres de febrero de mil novecientos cincuenta y ocho; y cuyos estatutos constan en escritura pública otorgada con fecha veinte de agosto de mil novecientos cincuenta y siete en la Notaría de Santiago de don Luis Azócar Álvarez. - se regirá en el futuro por las disposiciones contenidas en los artículos siguientes. TÍTULO PRIMERO. Nombre, domicilio, objeto y dotación. ARTÍCULO SEGUNDO (266): La "Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes", en adelante indistintamente "la Junta", tiene por objeto administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales sobre los cuales ejerce competencia, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que le encomienda la ley. Será función principal de la "Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes" administrar, explotar y conservar la obra denominada "Embalse Bullileo" y sus obras anexas, las cuales le fueron transferidas por el Fisco de Chile, Dirección de Obras Hidráulicas, ex Dirección de Riego. Podrá construir, también, nuevas obras relacionadas con su objeto o mejorar las existentes, con las autorizaciones y permisos que exige la legislación vigente o la que en el futuro se promulgue. ARTÍCULO TERCERO (273): El domicilio de la Junta es la ciudad de Parral. ARTÍCULO CUARTO: La Junta podrá celebrar y ejecutar toda clase de actos o contratos que, directa o indirectamente conduzcan a su fin y, especialmente, podrá comprar o arrendar terrenos para las obras de aprovechamiento común, para sus oficinas, como también ejecutar cualquier acto o celebrar cualquier contrato que tienda a proporcionar a sus miembros el goce completo y la administración y distribución correcta de las aguas. ARTÍCULO QUINTO (200): La Junta ejercerá la acción que le otorgan estos estatutos y el Código de Aguas, en el Río Longaví y sus afluentes, desde la cordillera de Los Andes hasta el punto ubicado mas o menos a cinco (5) kilómetros aguas arriba de la línea del ferrocarril central; tanto en la administración y distribución de las aguas sobre las que tienen derechos de aprovechamiento sus miembros, como en la jurisdicción que le reconoce la ley y estos estatutos. ARTÍCULO SEXTO (263, 1°): Son miembros de la "Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes", Primera Sección: I. AGUAS SUPERFICIALES. Las organizaciones de usuarios y las personas naturales o jurídicas que en cualquier forma aprovechen aguas de dicha cuenca u hoya hidrográfica. La actual distribución de los derechos de aprovechamiento consuntivos, permanentes y continuos; de los derechos de aprovechamiento consuntivos, eventuales y continuos; y de los derechos de aprovechamiento consuntivos, eventuales y discontinuos entre los diversos usuarios de la "Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes", Primera Sección, de acuerdo con el rol o matrícula de dicha Junta, es la siguiente: a) Derechos de aprovechamiento consuntivos, permanentes y continuos: Primero: Subsistema

Remulcao Sur 2.366,71 acciones (canal **Villa Rosa 718,96 acciones**; canal Urrutiano-Cardos 359,50 acciones**(Se trasladaron 18,16 al San Nicolás, quedando 341,34)**; canal Porvenir 601,07 acciones; canal **Municipal-Población 644,18 acciones**; canal Lomas Compuerta Uno 3,00 acciones; canal Lomas Compuerta Dos 15,00 acciones: canal Lomas Compuerta Tres 25,00 acciones). Segundo: Subsistema Longaví Alto 2.748,22 acciones (canal Ibáñez 420,50 acciones; canal Camelias 594,54 acciones; canal Quillaimo 735,85 acciones; canal Romeral 400,00 acciones; canal Cerrillos 121,53 acciones; canal Longaví Alto-Villa Rosa 200,92 acciones; canal Longaví Alto-Porvenir 274,88 acciones). Tercero: Canal Quinta Alto A 616,00 acciones. Cuarto: Canal San José 687,85 acciones. Quinto: Canal Quinta Alto B 243,30 acciones. Sexto: Canal **San Marcos 424,96 acciones**. Séptimo: Canal San Nicolás 1.520,00 acciones. Octavo: Subsistema La Sexta 452,85 acciones (canal El Carmen 180,00 acciones; canal La Sexta 272,85 acciones). Noveno: Subsistema La Tercera 620,34 acciones (canal Maitenes 115,709; canal El Encanto 130,82 acciones; canal La Tercera 373,811 acciones). Décimo: Subsistema Quinta Abajo 579,66 acciones (canal Lomas de la Tercera 310,48 acciones; canal Quinta Abajo 269,18 acciones). Décimo primero: Subsistema Robles Nuevos 537,19 acciones (canal **Santa Delfina 368,82** acciones; canal Santa Cecilia 168,37 acciones). Décimo segundo: Subsistema Robles Viejos 805,79 acciones (canal Cardos-Santa Cecilia 137,46 acciones; canal **Robles Viejos 668,33** acciones). Décimo tercero: Subsistema Nogales 1.718,00 acciones (canal Nogales Retiro 318,50 acciones; canal **Nogales Membrillo 325,00** acciones; canal Molino 1074,50 acciones). Décimo cuarto: Canal San Ignacio 538,00 acciones. Décimo quinto: Canal Copihue 900,00 acciones. Décimo sexto: Canal Retiro, 1.199,90 acciones. Décimo séptimo: Canal **Las Mercedes, 1.094.40 acciones**. Décimo octavo: Canal Rosas-La Piedad 300,00 acciones. Décimo noveno: Canal Primera Arriba, 647,33 acciones. Vigésimo: Canal **El Carmen, 1.011,29 acciones**. Vigésimo primero: Subsistema Maitenes 870,46 acciones (canal El Lucero 130,23 acciones; canal Maitenes 406,90 acciones; canal Cuñao-Rosas 333,33 acciones). Vigésimo segundo: Canal Primera Abajo, 1.037,75 acciones. **El total de derechos de aprovechamientos consuntivos, permanentes y continuos, se divide en 20.920 acciones, con una dotación normal máxima equivalente a 1,5 litro por segundo por cada acción**. Asimismo, para determinar el número de votos de la Junta que le corresponden a cada titular de derecho de aprovechamiento consuntivo, permanente y continuo, se considera que cada acción equivale a un voto. b) **Derechos de aprovechamiento consuntivos, eventuales y continuos**: Primero: Subsistema Remulcao Sur 1.174,57 litros por segundo (canal Villa Rosa 895,00 litros por segundo; canal Urrutiano-Cardos 226,72 litros por segundo; canal Porvenir 52,85 litros por segundo). Segundo: Subsistema Longaví Alto, 2.082,15 litros por segundo (canal Ibáñez 455,06 litros por segundo; canal Camelias 324,34 litros por segundo; canal Quillaimo 130,99 litros por segundo; canal Romeral 790,00 litros por segundo; canal Longaví Alto-Villa Rosa 128,41 litros por segundo; canal Longaví Alto-Porvenir 175,68 litros por segundo; canal Cerrillos 77,67 litros por segundo). Tercero: Canal Quinta Alto A, 362,36 litros por segundo. Cuarto: Canal San José, 404,62 litros por segundo. Quinto: Canal Quinta Alto B, 147,06 litros por segundo. Sexto: Canal San Marcos, 594,79 litros por segundo. Séptimo: Canal San Nicolás, 520,00 litros por segundo. Octavo: Canal La Sexta, 1.727,14 litros por segundo (El Carmen, La Sexta). Noveno: Canal La Tercera (Maitenes, El Encanto, La Tercera), 1.200,00 litros por segundo. Décimo: Canal Quinta

Abajo, 58,82 litros por segundo (La Loma, Quinta Abajo). Décimo primero: Canal Robles Nuevos, 1.370,64 litros por segundo (Santa Delfina, Santa Cecilia). Décimo segundo: Canal Robles Viejos, 1.281,85 litros por segundo (Cardo, Robles Viejos). Décimo tercero: Canal Molino, 92,90 litros por segundo. Décimo cuarto: Canal San Ignacio 32,10 litros por segundo. Décimo quinto: Canal Copihue, 50,00 litros por segundo. Décimo sexto: Canal Retiro, 203,30 litros por segundo. Décimo séptimo: Canal Las Mercedes, 27,46 litros por segundo. Décimo octavo: Canal Primera Arriba, 2,54 litros por segundo. Décimo noveno: Canal El Carmen, 1.183,35 litros por segundo. Vigésimo: Canal Maitenes-Cuñao, 1.004,35 litros por segundo (El Lucero, Maitenes, Cuñao); Vigésimo primero: Canal La Cuarta, 100,00 litros por segundo; Vigésimo segundo: Dirección de Obras Hidráulicas, 25 metros cúbicos por segundo. El total de derechos de aprovechamientos consuntivos, eventuales y continuos, corresponde a un caudal de 38.620,00 litros por segundo, correspondiéndoles una equivalencia de 1,5 litros por segundo como dotación normal máxima por cada acción. c) Derechos de aprovechamiento consuntivos, eventuales y discontinuos: Primero: Dirección de Obras Hidráulicas, 30 metros cúbicos por segundo (mayo a octubre). Segundo: Dirección de Obras Hidráulicas, 10 metros cúbicos por segundo (noviembre). El total de derechos de aprovechamiento consuntivos, eventuales y discontinuos, corresponde a un caudal de 40 metros cúbicos por segundo, correspondiéndoles una equivalencia de 1,5 litros por segundo como dotación normal máxima por cada acción. Asimismo, para determinar el número de votos de la Junta que le corresponden a cada titular de derecho de aprovechamiento consuntivo y eventual, ya sea continuo o discontinuo, se considera que cada acción equivale a un voto; vale decir, se aplicará la misma regla que respecto de los titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos, permanentes y continuos. Sin embargo, de conformidad con lo dispuesto en el artículo doscientos setenta y seis, inciso segundo, segunda parte, del Código de Aguas, el número de votos correspondientes a los titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales, considerados en conjunto los continuos y los discontinuos, no podrá ser superior a la tercera parte de los votos de los titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos, permanentes y continuos, debiendo hacerse la reducción proporcional cuando excedan de dicha parte. d) Nuevos titulares de derechos de aprovechamiento: De conformidad con lo dispuesto en el artículo doscientos setenta y dos del Código de Aguas, si por otorgamiento de derechos, construcción de nuevas obras de riego o de regulación de la cuenca se constituye un nuevo derecho de aprovechamiento en el Río Longaví, o en alguno de sus afluentes sobre los que la Junta ejerza competencia, el que lo goce quedará incorporado a ella. El acto de otorgamiento del nuevo derecho de aprovechamiento o el que apruebe las nuevas obras deberá contener la declaración respectiva, debiendo el titular de dicho derecho inscribirlo en el registro de la Junta, para los efectos de quedar habilitado para ejercer sus derechos como miembro de la misma, sin perjuicio del cumplimiento de sus demás obligaciones en su calidad de tal; y sin perjuicio, asimismo, del cumplimiento de sus obligaciones como usuario de aguas aun sin la referida inscripción. Respecto de los derechos de aprovechamiento señalados en las letras a) y b) precedentes, se deja constancia de las siguientes circunstancias: Primero: Dichos derechos de aprovechamiento tienen su origen en diferentes títulos, entre ellos, el uso inmemorial, y que han sido reconocidos por el Estado en virtud de los Decretos Supremos números seiscientos noventa y tres, de treinta y uno de Marzo de mil novecientos treinta y ocho, del Ministerio de Fomento, y

setecientos noventa y seis, de treinta de Abril de mil novecientos cincuenta y uno, del Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación. Asimismo, se deja expresa constancia que los derechos de aprovechamiento a que se refiere este último Decreto Supremo, que consisten en ochocientas acciones del embalse Bullileo, equivalen, para los efectos de su aprovechamiento, a trescientas veinte acciones o partes de ejercicio permanente del Río Longaví, que en la nómina anterior figuran como dotación del Canal Digua. Segundo: Los accionistas de la Junta de Vigilancia del Río Longaví tienen en conjunto derechos de aprovechamiento por un volumen total de agua de ciento diez mil litros por segundo. De esa dotación, treinta y un mil trescientos ochenta litros por segundo corresponden a los derechos de aprovechamiento consuntivos, permanentes y continuos; y el resto, de setenta y ocho mil seiscientos veinte litros por segundo, corresponde a los derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales, tanto continuos como discontinuos. Las aguas que excedan del volumen de cuarenta y cinco mil litros por segundo, corresponden a la reserva fiscal de veinticinco mil litros por segundo para el Embalse Digua. Se deja también establecido que podrá destinarse a dicho Embalse parte de los ochenta y cinco mil litros por segundo sobre los que recaen derechos de aprovechamiento de accionistas de la "Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes", a que ya se ha hecho referencia, en las oportunidades que este volumen no sea totalmente aprovechado por ellos y en aquella parte no utilizada. Para estos efectos, se tendrá como volumen de agua no aprovechado, aquél que sobrare aguas abajo del último canal de la sección del Río Longaví sometida a dicha Junta de Vigilancia, y siempre que sus respectivos titulares no hubieren dispuesto del mismo en cualquier forma o no solicitaren oportunamente que se les distribuya la parte del citado volumen que les corresponda. II. AGUAS SUBTERRÁNEAS. Las organizaciones de usuarios y las personas naturales o jurídicas que en cualquier forma aprovechen actualmente, o lleguen a aprovechar en el futuro, aguas subterráneas de la cuenca u hoya hidrográfica de la primera sección del río Longaví y sus Afluentes. TÍTULO SEGUNDO. De la distribución de las aguas. ARTÍCULO SÉPTIMO (206): Los miembros de la Junta deberán extraer las aguas sobre las que recaen sus derechos de aprovechamiento, por medio de dispositivos que permitan aforarla, como compuertas, marcos partidores u otros. Éstos serán autorizados por el directorio. TÍTULO TERCERO. Del registro de derechos de aprovechamiento. ARTÍCULO OCTAVO (205): La Junta deberá llevar un registro de las personas naturales o jurídicas y de las organizaciones de usuarios que en cualquier forma aprovechen aguas de cauces naturales sometidos a su jurisdicción. En dicho registro se anotará el nombre de la organización de usuarios, o el de la persona natural o jurídica titular de derechos de aprovechamiento; las características de los derechos de aprovechamiento que a cada una de ellas corresponde; la dotación sobre la cual recaen tales derechos; como, asimismo, las mutaciones de dominio que se produzcan. No se podrán registrar dichas mutaciones mientras no se practiquen las inscripciones correspondientes en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo. Asimismo, la Junta podrá llevar un registro similar respecto de cada una de las comunidades de aguas o asociaciones de canalistas que formen parte de ella, incluso aun cuando no estén organizadas legalmente. En todo caso, este registro cumplirá una finalidad meramente informativa y no implicará, en caso alguno, que la Junta pueda ejercer sobre los canales u otras obras administradas por dichas entidades, atribuciones que, según la normativa vigente, corresponden a éstas últimas. ARTÍCULO

NOVENO: Los miembros de la Junta deberán comunicar al secretario de ésta, el nombre de la persona que haya de representarlos y su domicilio. Dicha comunicación deberá efectuarse por carta certificada, la que deberá despacharse, a más tardar, dentro del tercer día hábil, contado desde la fecha en que se haya realizado la respectiva designación. ARTÍCULO DÉCIMO: Sin perjuicio del cumplimiento de sus demás obligaciones en su calidad de tales, ningún miembro de la Junta podrá ejercer los derechos que le confieren estos estatutos, sin tener previamente inscrito su respectivo derecho de aprovechamiento en el registro a que se refiere el artículo octavo precedente. TÍTULO CUARTO. Del patrimonio de la Junta. ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO (201): Formarán el patrimonio de la Junta los recursos pecuniarios y de cualquiera otra naturaleza con que contribuyan sus miembros; así como el producto de las multas y los bienes que adquiera a cualquier título para los fines de la institución. ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO (203): Los créditos contra los miembros de la Junta y la maquinaria o equipos mecanizados adquiridos para los trabajos de la misma, podrán ser dados en prenda, en garantía de préstamos que contrate la misma Junta, con el objeto de obtener capital necesario para el cumplimiento de sus fines. La notificación de la prenda a los miembros de la Junta se hará por medio de un aviso en un diario o periódico de la ciudad de Parral. ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO (204): En el caso del artículo anterior, el directorio, de acuerdo con el acreedor prendario, podrá requerir el pago de las cuotas y recibirlas válidamente en calidad de diputado para el cobro. TÍTULO QUINTO. Obligaciones y responsabilidades de los miembros de la Junta. ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO (212): Son obligaciones de los miembros de la Junta: a) Asistir a las asambleas generales. Los inasistentes pagarán multa siempre que no hubiere sala. La multa será determinada por el directorio y no podrá exceder de tres unidades tributarias mensuales. b) Costear la construcción y reparación del dispositivo por el que cada uno de ellos extrae del cauce principal, las aguas sobre las que recaen sus respectivos derechos de aprovechamiento; y si fueren varios los interesados en el dispositivo, pagarán la obra a prorrata de sus derechos. En la misma proporción, los dispositivos calificados de partidores principales por las asambleas generales, serán costeados por los usuarios de una y otra rama. Cuando los dispositivos o canales costeados particularmente por uno o más miembros de la Junta, se inutilizaren por alguna medida de interés común acordada por el directorio o por la asamblea general; como ser, reforma del sistema de dispositivos, rebaje del plan de acueducto u otra obra semejante, las nuevas obras que sean necesarias, se harán a costa de todos los interesados en la obra. c) Concurrir a los gastos de mantención de la Junta, a prorrata de sus derechos. d) Las demás que señalen estos estatutos, el Código de Aguas o, en general, la normativa que le sea aplicable. ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO (213): Los acuerdos de las asambleas generales sobre gastos y fijación de cuotas, serán obligatorios para todos los miembros de la Junta, y una copia de tales acuerdos debidamente autorizada por el secretario del directorio, tendrá mérito ejecutivo en contra de aquéllos. La misma norma se aplicará respecto de los acuerdos del directorio sobre fijación de cuotas, cuando proceda, y sobre multas. ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO (214): Los derechos de aprovechamiento de los miembros de la Junta quedarán gravados de pleno derecho, con preferencia a toda prenda, hipoteca u otro gravamen constituido sobre ellos, en garantía de las cuotas de contribución para los gastos que fijen las asambleas y el directorio. Los adquirentes a cualquier título de estos derechos, responderán solidariamente con su antecesor de las cuotas insolutas al

tiempo de la adquisición. ARTÍCULO DÉCIMO SÉPTIMO (215): Serán gastos comunes los que se hagan en beneficio de todos los miembros de la Junta y serán pagados por éstos a prorrata de sus derechos. Los demás gastos, serán particulares y serán soportados exclusivamente por quienes se beneficien con ellos. Los miembros de la Junta que por sus títulos estuvieren exentos del pago de gastos, se entenderá que únicamente lo están de los ordinarios de explotación y conservación, pero no de los extraordinarios, salvo que estuvieren también exentos de tales gastos en forma expresa por dichos títulos. TÍTULO SEXTO. Del directorio. ARTÍCULO DÉCIMO OCTAVO (228): La Junta será administrada por un directorio nombrado por la asamblea general y tendrá los deberes y atribuciones que determinan estos estatutos y, en su defecto, por los que le encomiende la normativa que sea aplicable. Los miembros del directorio serán elegidos, por el término de dos años, en la respectiva asamblea general ordinaria, alternadamente, en la siguiente forma: a) En los años pares serán elegidos cinco miembros del directorio, cuatro por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes y uno por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales. b) En los años impares serán elegidos cuatro miembros del directorio, tres por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes y uno por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales. Sin embargo, en caso que en el futuro se constituyan derechos de aprovechamiento no consuntivos, sean éstos de ejercicio permanente o eventual, los miembros del directorio serán elegidos, por el término de dos años, en la respectiva asamblea general ordinaria, alternadamente, en la siguiente forma: a) En los años pares serán elegidos cinco miembros del directorio, cuatro por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes y uno por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales. b) En los años impares serán elegidos cuatro miembros del directorio, tres por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes y uno por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento no consuntivos, sean éstos permanentes o eventuales. Todo lo anterior, es sin perjuicio de las elecciones extraordinarias que contemplan los artículos vigésimo y vigésimo tercero, ambos de estos estatutos. ARTÍCULO DÉCIMO NOVENO (229): El directorio será elegido en cada asamblea general ordinaria que corresponda, sin perjuicio de las elecciones extraordinarias que contempla el artículo vigésimo de estos estatutos. En las elecciones resultarán elegidos los que en cada una de las tres votaciones que deben efectuarse para designar a los directores representantes de los titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos permanentes, de los derechos de aprovechamiento consuntivos eventuales y de los derechos de aprovechamiento no consuntivos, permanentes y continuos hayan obtenido el mayor número de votos hasta completar el número de personas por elegir. Sin embargo, con el acuerdo unánime de la sala, las elecciones podrán efectuarse en otra forma que la señalada. Por otra parte, si algún miembro de la Junta fuese, a la vez, titular de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes, de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales y/o de derechos de aprovechamiento no consuntivos, permanentes y continuos, votará separadamente, y con el número de acciones que en cada caso le correspondan, en cada una de las votaciones para designar a los directores representantes de cada una de esas categorías de derechos de aprovechamiento. ARTÍCULO

VIGÉSIMO (230): Si por cualquier causa no se eligiere oportunamente el directorio, continuará en funciones el anterior. Este deberá citar a la mayor brevedad a la asamblea general para proceder a esa designación y si no lo hiciere, cualquier miembro de la Junta podrá recurrir ante la Dirección General de Aguas, para que la convoque en la forma prescrita en los artículos cuadragésimo y cuadragésimo primero, ambos de estos estatutos. La reunión se efectuará en presencia de un Notario o de un funcionario designado por el Director General de Aguas, quien levantará acta de ella y actuará como ministro de fe. ARTÍCULO VIGÉSIMO PRIMERO (231): Para ser director de la Junta se requiere ser miembro de ella, en el caso de las personas naturales; o representante legal de los miembros de la Junta indicados en el artículo sexto de estos estatutos. No podrán serlo los empleados de la Junta. Los directores podrán ser reelegidos. ARTÍCULO VIGÉSIMO SEGUNDO (232): La asistencia de los directores a las sesiones es obligatoria. Si faltaren a tres o más reuniones sin causa justificada, quedarán excluidos del directorio. ARTÍCULO VIGÉSIMO TERCERO (233): En caso de muerte, renuncia, pérdida de la calidad de miembro de la Junta, de representante legal, mandatario o inhabilidad de un director, el directorio le designará reemplazante por el tiempo que falte para completar su período. Si se produjere la renuncia total del directorio o de su mayoría, el secretario citará, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, a asamblea general extraordinaria de miembros de la Junta, la que deberá celebrarse dentro de los quince días siguientes a la renuncia. A falta de citación, se procederá en la forma descrita en el artículo vigésimo de estos estatutos. ARTÍCULO VIGÉSIMO CUARTO (234): Los miembros de la Junta que fueren personas naturales o los representantes de algún miembro de la Junta que esté siendo procesado por crimen o simple delito que merezca pena aflictiva, quedará suspendido del cargo de director o de cualquier empleo en la Junta, mientras continúe en dicha situación; en tal caso, no podrá optar a ser elegido director de ella. Si es condenado por sentencia de término, quedará inhabilitado para desempeñar el cargo de director o cualquier empleo en la Junta. La inhabilidad anterior cesará solamente desde que quede ejecutoriada, en favor del miembro de la Junta, o del representante de algún miembro de la misma, a quien afecte, una sentencia absolutoria o de sobreseimiento definitivo. ARTÍCULO VIGÉSIMO QUINTO (235): El directorio se compondrá de nueve miembros y se elegirá por la asamblea general ordinaria que corresponda, en la forma que se señala a continuación y sin perjuicio de las elecciones extraordinarias que contemplan los artículos vigésimo y vigésimo tercero, ambos de estos estatutos: a) Siete directores serán elegidos por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes. b) Dos directores serán elegidos por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales. Sin embargo, en caso que en futuro se constituyan derechos de aprovechamiento no consuntivos, sean éstos permanentes o eventuales, el directorio se elegirá por la asamblea general ordinaria que corresponda, en la forma que se señala a continuación: a) Siete directores serán elegidos por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes. b) Un director será elegido por los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales. c) Un director será elegido por el o los miembros de la Junta titulares de derechos de aprovechamiento no consuntivos, sean éstos permanentes o eventuales. El directorio celebrará sesiones con un quórum que represente la mayoría absoluta de éstos. Las sesiones ordinarias tendrán lugar los días y horas que el directorio

acuerde y las extraordinarias cuando lo ordene el presidente o lo pida la tercera parte de los directores. El directorio celebrará por lo menos una sesión ordinaria en cada semestre. ARTÍCULO VIGÉSIMO SEXTO (236): Una copia de la parte pertinente del acta que consigne la elección de directores se enviará a la Dirección General de Aguas y otra al Gobernador de la provincia de Linares. Se enviará, asimismo, a esas autoridades, copia del acta de la sesión del directorio en que se haya nombrado reemplazante, en conformidad al artículo vigésimo tercero de estos estatutos. ARTÍCULO VIGÉSIMO SÉPTIMO (237): La asistencia de los directores a las sesiones podrá ser remunerada. Esta remuneración se pagará por sesión asistida y su cuantía se fijará en cada asamblea general ordinaria. ARTÍCULO VIGÉSIMO OCTAVO (238): Las resoluciones del directorio se tomarán por la mayoría absoluta de directores asistentes, salvo que la ley o estos estatutos dispongan otra mayoría para determinadas materias. Si se produjere empate, prevalecerá la opinión del que preside. En caso de dispersión de votos, la votación deberá limitarse en definitiva a las opiniones que cuenten con las dos más altas mayorías y si, como consecuencia de ello, se produjere empate, resolverá la persona que presida. ARTÍCULO VIGÉSIMO NOVENO (239): El directorio, en su primera sesión, elegirá de su seno un presidente y fijará el orden en que los demás directores lo reemplazará en caso de ausencia o imposibilidad de éste. Asimismo, determinará, por sorteo, el orden de precedencia de sus miembros, a fin de establecer entre ellos un director de turno mensual. ARTÍCULO TRIGÉSIMO (240): El presidente del directorio, o quien haga sus veces, velará por el cumplimiento de los acuerdos de éste y tendrá la representación de la Junta. En el orden judicial, la representará en la forma que dispone el artículo octavo del Código de Procedimiento Civil; sin perjuicio de la representación que le corresponde a los repartidores de aguas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo quincuagésimo primero, letra c), de estos estatutos. ARTÍCULO TRIGÉSIMO PRIMERO (241 y 274): El directorio tendrá los siguientes deberes y atribuciones: a) Vigilar que la captación de las aguas se haga por medio de obras adecuadas y, en general, tomar las medidas que tiendan al goce completo y a la correcta distribución correcta de los derechos de aprovechamiento sometidos a su control. b) Distribuir las aguas de los cauces naturales que administra, declarar su escasez y, en este caso, fijar las medidas de distribución extraordinarias con arreglo a los derechos establecidos y suspenderlas. La declaración de escasez de las aguas, como también la suspensión de las medidas de distribución extraordinarias, deberá hacerse por el Directorio en sesión convocada especialmente para este efecto. c) Privar del uso de las aguas en los casos que determinen las leyes o estos estatutos. d) Conocer las cuestiones que se susciten sobre construcción o ubicación, dentro de los cauces naturales que administra, de obras provisionales destinadas a dirigir las aguas hacia las bocatomas de los canales. Las obras definitivas requerirán el permiso de la Dirección General de Aguas y de los demás organismos que sean competentes; todo ello, según la legislación vigente o la que en el futuro se promulgue. e) Mantener al día la matrícula de los canales. f) Solicitar al Director General de Aguas la declaración de agotamiento de los cauces de agua sometidos a su jurisdicción. g) Administrar los bienes de la Junta. h) Someter a la aprobación de la asamblea general los reglamentos necesarios para el funcionamiento del mismo directorio, de la asamblea general, de la secretaría y de las oficinas de contabilidad y administración. i) Someter a la aprobación de la asamblea general ordinaria el presupuesto de entradas y gastos ordinarios y extraordinarios, fijando

separadamente el monto de unos y otros que corresponda por acción, según el tipo de derecho de aprovechamiento de que se trate; todos ellos, con su correspondiente reajustabilidad. En esa asamblea dará cuenta de la inversión de los fondos y de la marcha de la Junta en una memoria que comprenda todo el período de funciones. La asamblea podrá acordar el presupuesto en la forma que estime conveniente o modificar el que se presente. j) Aumentar hasta en un treinta por ciento en el año, las cuotas ordinarias o extraordinarias, cuando aparezca de manifiesto que las fijadas en asamblea general ordinaria fueren insuficientes para el buen funcionamiento de la Junta; establecer cuotas especiales para hacer frente a gastos imprevistos que no puedan ser cubiertos con las reservas acumuladas. En todo caso dará cuenta en asamblea extraordinaria que deberá citar en el más breve plazo. k) Fijar las multas que corresponda aplicar a los miembros de la Junta, las que no podrán exceder de tres unidades tributarias mensuales. l) Contratar cuentas corrientes en los bancos y tomar dinero en mutuo por cantidades que no excedan del monto del presupuesto anual de entradas. En caso que sea necesario efectuar obras para reparar las instalaciones afectadas por catástrofes o daños graves, se podrá contratar créditos hasta la concurrencia del valor de las obras. m) Cumplir los acuerdos de las asambleas generales. n) Citar a la asamblea general ordinaria en la fecha que fija la ley o estos estatutos. ñ) Citar a la asamblea general extraordinaria cuando sea necesario o lo solicite, por lo menos, la cuarta parte de los miembros de la Junta con derecho a voto, con indicación del objeto. o) Velar por el cumplimiento de las obligaciones que la ley, los reglamentos y estos estatutos imponen a los miembros de la Junta y a la propia Junta. p) Nombrar o remover al secretario, repartidores y trabajadores de la Junta y fijar sus remuneraciones, sin perjuicio de las facultades de la asamblea general; y aprobar la designación de los celadores que efectúe el repartidor de aguas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo quincuagésimo de estos estatutos. q) Delegar sus atribuciones en uno o más directores; debiendo designar a un director en el cargo de Tesorero. r) Exigir el cumplimiento de la obligación de llevar una estadística de los caudales que se conducen por los canales que captan aguas desde los cauces naturales sometidos a la jurisdicción de la Junta. s) Realizar programas de extensión para difundir entre los miembros de la Junta las técnicas y sistemas que tiendan a un mejor empleo del agua; llevar a cabo programas de capacitación y/o asesoría, ya sea en aspectos técnicos, administrativos y/o legales, a las organizaciones de usuarios de aguas que sean miembros de la Junta; y, en general, prestar apoyo a dichas organizaciones de usuarios de aguas en todas aquellas materias que tiendan a un correcto desempeño de las funciones de las mismas. La Junta podrá efectuar todas las acciones antes señaladas sólo con aquellos usuarios individuales y/u organizaciones de usuarios de aguas que sean miembros de ella, que así lo soliciten formal y explícitamente; y, para tales fines, la Junta podrá celebrar convenios con organismos o instituciones con o sin fines de lucro, privadas o públicas, pudiendo éstas últimas ser de administración centralizada o descentralizada, funcional o territorialmente, con o sin personalidad jurídica y/o patrimonio propios. Todos los gastos que las acciones antes señaladas impliquen, serán de cargo de los miembros de la Junta beneficiados con ellas, a prorrata de sus respectivos derechos en la misma; y si fueran en beneficio exclusivo de uno solo de sus miembros, dichos gastos serán de cargo sólo de éste último. t) Los demás que señalen las leyes y estos estatutos. ARTÍCULO TRIGÉSIMO SEGUNDO (242): El directorio podrá solicitar de la autoridad correspondiente, por intermedio del Juez, el auxilio de la fuerza pública

para hacer cumplir y respetar las medidas de distribución de aguas que acordase. Ordenado el auxilio de la fuerza pública, ésta deberá ser concedida y de ella se hará uso con allanamiento y descerrajamiento, si fuere necesario. Los dueños de inmuebles en que se haga la distribución de las aguas no podrán impedir que los directores, repartidores y celadores entren en sus predios cuando sea menester para el desempeño de sus funciones. Si el dueño de un predio se opusiere, se solicitará por el directorio, en la misma forma, el auxilio de la fuerza pública, sin perjuicio de la multa que puede imponerle el Juez. Si el dueño de la heredad fuere miembro de la Junta, la multa la aplicará el directorio. ARTÍCULO TRIGÉSIMO TERCERO (275): Los miembros de la Junta que se sientan perjudicados por un acuerdo adoptado por el directorio en uso de las atribuciones que le confieren las letras b), c) y d) del artículo trigésimo primero de estos estatutos, podrán reclamar de él ante los Tribunales Ordinarios de Justicia. Esta reclamación deberá deducirse en contra del directorio de la Junta, representada por su presidente, que se cursará sin más trámite que un comparendo, al cual concurrirán las partes con todos sus medios de prueba. La reclamación deberá resolverse dentro de los ocho días siguientes a la celebración del comparendo. La notificación inicial al presidente del directorio se hará por cédula. El feriado de vacaciones se entenderá siempre habilitado para los efectos de esta reclamación. La resolución que el Juez dicte será apelable en lo devolutivo y el recurso se verá en la forma señalada por el artículo trigésimo séptimo de estos estatutos. ARTÍCULO TRIGÉSIMO CUARTO (244): El directorio resolverá como árbitro arbitrador, en cuanto al procedimiento y al fallo, todas las cuestiones que se susciten entre los miembros de la Junta sobre repartición de aguas o ejercicio de los derechos que tengan en su calidad de tales y las que surjan sobre la misma materia entre los miembros de la Junta y ésta. Las resoluciones del directorio, en las cuestiones antes señaladas, sólo podrán adoptarse con el acuerdo de la mayoría absoluta de los miembros asistentes, y los fallos llevarán por lo menos la firma de los que hayan concurrido al acuerdo de mayoría. No habrá lugar a implicancias ni recusaciones y las resoluciones sólo serán reclamables en la forma establecida en el artículo trigésimo séptimo de estos estatutos. Servirá de actuario y tendrá la calidad de ministro de fe, el secretario de la Junta o, en su defecto, el que designe el directorio. ARTÍCULO TRIGÉSIMO QUINTO (245): Presentada la reclamación, el secretario citará al directorio dentro de los cinco días hábiles siguientes para que tome conocimiento de ella. El directorio deberá oír a las partes y resolver la cuestión dentro de los treinta días siguientes a la presentación del reclamo. Si el directorio no fallare dentro de ese plazo, el interesado podrá recurrir directamente a la Justicia Ordinaria, en la forma señalada en el artículo trigésimo séptimo de estos estatutos. En este caso, cada director sufrirá una multa que será fijada por el Juez de la causa, dentro de los límites a que se refiere el artículo ciento setenta y tres del Código de Aguas. ARTÍCULO TRIGÉSIMO SEXTO (246): Las resoluciones que se dicten en estos juicios se notificarán por carta certificada y se dejará testimonio en autos de su envío. La fecha de notificación será el segundo día siguiente a su remisión. Notificada la resolución, el directorio procederá a darle cumplimiento, para lo cual podrá requerir el auxilio de la fuerza pública, si fuere menester, en los términos señalados en el artículo trigésimo segundo de estos estatutos. ARTÍCULO TRIGÉSIMO SÉPTIMO (247): El que se sienta perjudicado por algún fallo arbitral, podrá reclamar de él ante los Tribunales Ordinarios de Justicia dentro del plazo de seis meses contados desde la fecha de su notificación. Esta reclamación, que se tramitará como juicio

sumario, no obstará a que dicho fallo se cumpla y surta efecto durante el juicio, a menos que el Juez, a petición de parte y como medida precautoria, decrete su suspensión mediante resolución ejecutoriada. Las apelaciones que se interpongan con motivo de estas medidas precautorias, se agregarán extraordinariamente, sin necesidad de que las partes comparezcan y sin que se pueda suspender de manera alguna la vista del recurso ni inhabilitar a los miembros del Tribunal. En estas reclamaciones procederá siempre la habilitación del feriado de vacaciones. TÍTULO SÉPTIMO. De las asambleas. ARTÍCULO TRIGÉSIMO OCTAVO (218): Los negocios que interesen o afecten a la Junta se resolverán en asambleas generales, las que serán ordinarias o extraordinarias. Las asambleas generales ordinarias se celebrarán el segundo Miércoles del mes de Septiembre de cada año, a las diez horas, en el lugar que determine el directorio. Las asambleas generales extraordinarias tendrán lugar en cualquier tiempo. ARTÍCULO TRIGÉSIMO NOVENO (219): En las asambleas generales habrá sala con la mayoría absoluta de los miembros de la Junta con derecho a voto. Si en la primera reunión no hubiere sala, regirá la citación para el mismo día, treinta minutos después, caso en el cual habrá sala con los que asistan. Para tales efectos, deberá dejarse expresa constancia, en la convocatoria, del día y hora para el cual se cita a una nueva reunión. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO (220): Las convocatorias a asamblea general se harán saber a los miembros de la Junta por medio de un aviso que se publicará en un diario o periódico de la ciudad de Parral. Además, se dirigirá carta certificada al domicilio que el miembro de la Junta tenga registrado en la secretaría de la Junta, en caso de citación a asamblea extraordinaria. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO PRIMERO (221): Las convocatorias a asambleas se harán con diez días de anticipación, a lo menos, indicándose el lugar, día, hora, lugar y objeto de la asamblea general. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO SEGUNDO (222 y 276, 2°, 2ª): Cada miembro de la Junta tendrá derecho a un voto por cada acción que posea. Para los efectos de las votaciones, los derechos de aprovechamiento de ejercicio permanente y eventual tendrán un mismo valor. Sin embargo, el número de votos correspondientes a los titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales no podrá ser superior a la tercera parte de los votos de los titulares de derechos consuntivos y permanentes, debiendo hacerse la reducción proporcional cuando exceda de dicha parte. Las fracciones de voto se sumarán hasta formar votos enteros, despreciándose las que no alcanzaren a completarlos, salvo el caso de empate, en que se computarán para decidirlo. Si no hubiere fracciones, el empate lo dirimirá el presidente. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO TERCERO (223 y 276, 1°): Sólo tendrán derecho a voto los miembros de la Junta cuyos derechos estén inscritos en el registro de la misma y estén al día en el pago de sus cuotas. Las asociaciones de canalistas y las comunidades de aguas serán representadas por el presidente del directorio o el administrador designado al efecto, según el caso, o la persona especialmente designada para este efecto por el directorio o el administrador. Las demás personas podrán comparecer por sí o representadas. El mandato deberá constar en instrumento otorgado ante Notario Público, pero si se otorga a otro miembro de la Junta, bastará una carta poder simple. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO CUARTO (224): Los acuerdos de la asamblea general se tomarán por mayoría absoluta de los votos emitidos en ella, salvo que el Código de Aguas o estos estatutos establezcan otra mayoría. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO QUINTO (225): Las sesiones de la asamblea serán presididas por el presidente del directorio; en su defecto, por su subrogante y, a falta de éste, por el

director que lo reemplace, según el orden que el propio directorio fije, de acuerdo con lo establecido en el artículo vigésimo noveno de estos estatutos. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO SEXTO (226): Corresponde a las asambleas generales ordinarias: a) Elegir al directorio. b) Acordar el presupuesto de gastos ordinarios o extraordinarios para el período de un año, y las cuotas de una y otra naturaleza que deben erogar los miembros de la Junta para cubrir esos gastos. Mientras no se apruebe el presupuesto, regirá el del año anterior, reajustado según la variación que haya experimentado el índice de precios al consumidor. Las cuotas que los titulares de derechos de aprovechamiento consuntivos y eventuales deben erogar, no podrán ser superiores a la tercera parte de la cantidad que correspondería pagar si se tratare de derechos de aprovechamiento consuntivos y permanentes. c) Pronunciarse sobre la memoria y la cuenta de inversión que debe presentar el directorio. d) Nombrar inspectores para el examen de las cuentas y facultarlos para seleccionar los auditores externos de contabilidad y procedimientos, si fuere menester. e) Fijar las sanciones que se aplicarán a los deudores morosos. f) Tratar cualquier materia que se proponga en ellas, salvo las que requieren citación especial. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO SÉPTIMO (227): Las asambleas generales extraordinarias sólo podrán ocuparse de los asuntos para los cuales han sido convocadas. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO OCTAVO (249): La modificación de los estatutos sólo podrá acordarse en asamblea general extraordinaria, por la mayoría absoluta del total de votos en la Junta y el acuerdo respectivo deberá reducirse a escritura pública. TÍTULO OCTAVO: Del secretario. ARTÍCULO CUADRAGÉSIMO NOVENO (248): Habrá un secretario de la Junta que, con el carácter de ministro de fe, estará encargado de autorizar las resoluciones de las asambleas, del directorio y del presidente y de redactar y autorizar todas las actas. Además de las atribuciones que le confieren estos estatutos, corresponderá al secretario llevar los registros de la Junta; autorizar las inscripciones; mantener bajo su vigilancia y cuidado el archivo; dar copia autorizada de las piezas que se soliciten; percibir las cuotas que deban pagar los miembros de la Junta y las demás entradas de la Junta; llevar la contabilidad, siempre que el directorio no haya confiado a otros empleados estas funciones; y ejecutar los acuerdos del directorio cuyo cumplimiento se le hubiere encargado. A petición de cualquiera de los miembros de la Junta, el secretario deberá dar, dentro del término de cinco días hábiles, copia autorizada de los acuerdos que se hubiesen adoptado y que afecten a algunos de aquéllos. Si no se cumple con esta obligación, el secretario será sancionado con una multa, que no podrá exceder de una unidad tributaria mensual por cada día de retardo, que aplicará el Juez a petición de parte. TÍTULO NOVENO: De los repartidores de aguas y de los celadores. ARTÍCULO QUINCUAGÉSIMO (277): Habrá el número de repartidores de aguas que fije el directorio. El repartidor general de las aguas deberá ser ingeniero civil titulado, a menos que los directores de la Junta, por unanimidad, acordaren lo contrario. Para el ejercicio de sus funciones, el repartidor de aguas contará con los celadores que designe, con acuerdo del directorio. ARTÍCULO QUINCUAGÉSIMO PRIMERO (278): Los repartidores de aguas tendrán las siguientes atribuciones y deberes: a) Cumplir los acuerdos del directorio sobre distribución de aguas, turnos y rateos, conforme a los derechos establecidos y restablecerlos inmediatamente que sean alterados por actos de cualquier persona o por accidente casual, denunciando estos hechos al directorio. b) Velar porque el agua no sea sustraída o usada por quienes carezcan de derechos y para que vuelva al cauce aquella empleada en usos no consuntivos, cuidando, además, que esa restitución se efectúe

en las condiciones establecidas en el artículo catorce, inciso segundo, del Código de Aguas; esto es, en forma que no se perjudiquen los derechos de terceros constituidos o reconocidos sobre las mismas aguas, en cuanto a su cantidad, calidad, substancia, oportunidad de uso y demás particularidades. c) Denunciar a la Justicia Ordinaria las sustracciones de agua de los cauces matrices y las destrucciones o alteraciones de las obras existentes en los álveos de dichos cauces. En los juicios a que den lugar estas denuncias, el repartidor de aguas tendrá la representación de la Junta, sin perjuicio de la comparencia y actuación de ésta. d) Cumplir las órdenes del directorio sobre privación de agua a los canales o titulares de derechos de aprovechamiento que no hayan pagado sus cuotas. e) Vigilar la conservación de los cauces de la hoya y la construcción y conservación de las compuertas, bocatomas y demás obras que estén sometidas a la Junta. f) Solicitar, con arreglo a lo dispuesto en el artículo trigésimo segundo de estos estatutos, el auxilio de la fuerza pública para hacer cumplir las obligaciones que le incumban. g) Ejercitar los demás derechos y atribuciones que señalen estos estatutos. ARTÍCULO QUINCUAGÉSIMO SEGUNDO (279): Los celadores tendrán las atribuciones y deberes que fije el directorio o el repartidor de aguas, en conformidad a los estatutos u ordenanzas y, en especial, ejercerán la policía y vigilancia para la justa y correcta distribución de las aguas, con arreglo a los derechos establecidos y a los acuerdos adoptados, debiendo dar cuenta inmediata de toda alteración o incorrección que notaren. ARTÍCULO QUINCUAGÉSIMO TERCERO (280): Si el repartidor de aguas o los celadores maliciosamente alteraren en forma indebida el reparto o permitieren cualquier sustracción de aguas por bocatomas establecidas o por otros puntos de los cauces, incurrirán en la pena que señala el artículo cuatrocientos cincuenta y nueve del Código Penal. ARTÍCULO QUINCUAGÉSIMO CUARTO (281): El que sacare agua fuera de su turno o alterare de cualquier manera la demarcación prescrita por el directorio o por el repartidor, será privado del agua por tiempo o cantidad doble al abuso cometido. La privación será impuesta por el directorio, pero en todo caso se dejará pasar el agua necesaria para la bebida. Sin perjuicio de lo expuesto, el directorio podrá aplicarle multa en conformidad a las reglas generales, pudiendo duplicarlas en caso de reincidencia. TÍTULO DÉCIMO: Normas aplicables. ARTÍCULO QUINCUAGÉSIMO QUINTO: En todo lo no previsto por los presentes estatutos, la “Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes”, se regirá por las normas pertinentes del Código de Aguas y por las demás disposiciones legales y reglamentarias que le sean aplicables.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS.

GNL/moo

JOAQUIN TEJOS HENRIQUEZ Notario Público Conservador Comercio Minas Parral

MINISTERIO DE HACIENDA
OFICINA DE PARTES

RECIBIDO

CONTRALORIA GENERAL
TOMA DE RAZON

RECEPCION

Depart. Jurídico		
Dep. T. R. y Registro		
Depart. Contabil.		
Sub. Dep. C. Central		
Sub. Dep. E. Cuentas		
Sub. Dep. C. P. y Bienes Nac		
Depart. Auditoría		
Depart. V. C.P.U.y T.		
Sub. Dep. Municip.		

REFRENDACION

Ref. por $ .....
Imputación .....
Anot. por $ .....
Imputac. .....
.....
Deduc. Dto. .....

FIJA CON CARACTER PROVISIONAL ROLES DE USUARIOS Y FORMA DE DISTRIBUCION DE LOS CANALES - DIGUA-PERQUILAUQUEN FISCAL, Y PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN DEL SISTEMA EMBALSE DIGUA.

SANTIAGO, 28 JUL. 1978

D.G.A. Nº 1120 / VISTOS: El Oficio D.R. Nº 735, de fecha 16 de Mayo de 1978 de la Dirección de Riego; el Rol de Regantes del Sistema Embalse Digua confeccionado por la misma Dirección; el - Oficio DA. Nº 687 de fecha 15 de Junio de 1978 del Departamento de Derechos de Aguas; las atribuciones que me - confiere el artículo 6º transitorio del Código de Aguas, y

C O N S I D E R A N D O:

1.- QUE la Dirección de Riego, por razones de política de Gobierno debe hacer entrega a los - usuarios de las obras del Sistema Embalse Digua que se - han determinado por la Comisión Nacional de Riego.

2.- QUE la entrega mencionada se verifica en la - forma que se expresa en los Estatutos y Re - glamento de Operaciones que se han redactado expresamente para el Sistema de acuerdo con las modalidades especiales requeridas por la Comisión Nacional de Riego y la Dirección de Riego.

3.- QUE, sin perjuicio de formar parte de un sistema de riego común, existe un cauce independiente en su totalidad, por lo cual se justifica su organización en forma separada, como es el caso del Canal - Perquilauquén-Ñiquén.

4.- QUE los usuarios que emplean los canales Matriz Digua-Perquilauquén Fiscal y Perquilauquén-Ñiquén no tienen Asociaciones de Canalistas constituídas ni Comunidades de Aguas organizadas.

2.-

R E S U E L V O:

1.- Fíjase con caracter provisional, el rol de usuarios y la forma de distribución del Sistema de Riego integrado por los canales Matriz Digua y Perquilauquén Fiscal, derivados del Sistema Embalse Digua, ubicados en las comunas de Parral y Retiro de la Septima Región, con el correspondiente número de hectáreas normalmente regadas de suelos efectivamente explotados, señalándose además, las acciones y votos pertinentes por usuario, en la forma que se indica en la claúsula tercera de este Resolución.

2.- La jurisdicción de la organización que se establece por este acto comprende desde la primera sección de aforo en el Canal Matriz Digua y desde la bocatoma en el Río Perquilauquén del Canal Perquilauquén Fiscal, y los canales derivados y subderivados de ellos, hasta la entrega al último de los respectivos usuarios en dichos cauces incluídos en el Rol.

3.- El rol de los usuarios, superficies, acciones y votos es el siguiente:

ROL PROVISIONAL DE REGANTES SECTOR DIGUA- PERQUILAUQUEN
SISTEMA EMBALSE DIGUA

Canal Matriz Digua
(Acciones del Sistema Digua)

ROL DE RIEGO	PROPIETARIO Y PREDIO	ROL AVALUO	SOP.REGADA HAS.	ACCIONES	VOTOS
1.-	DERIVADO CERO				
1.1	MICHEL MAJUL SAN M. Bosque Alto	[illegible]-1	1,00	1,30	18,20
1.2.1	JOSE ARAVENA G. Villa Rosa P-56	[illegible]-10	4,00	5,20	22,10
1.2.2	HUMBERTO MALDONADO Villa Rosa P-54	[illegible]-10	7,50	9,80	26,7
[illegible].3	JUAN SEPULVEDA S. Villa Rosa P-53	[illegible]0	4.00	5,20	22,1
[illegible].2.4	CELERINO RETAMAL Villa Rosa P-52	[illegible]	4,50	5,90	22,80
1.5.[illegible]	VICTOR SANTANDREU El Almendro	[illegible]-11	22.[illegible]	29,30	46,20
[illegible].3.2	JOSE PEREIRA Petrerillos	[illegible]-10	[illegible],5[illegible]	[illegible],00	18,90
[illegible].4.	MARIA FONSECA O. San Lorenzo Hij.3	836-3	[illegible]	1,30	18,20
[illegible]	MARIA FONSECA O. San Lorenzo	836-4		[illegible]	17,60
[illegible]	[illegible]IA FONSECA O. [illegible] Lorenzo Hij.4	836-5		[illegible]	17,70
[illegible]	[illegible]LFOR PARADA P. [illegible]. Manzano P-28	[illegible]9-12	[illegible]	[illegible]	23,40
[illegible]	[illegible]IS MUÑOZ F. [illegible]. Manzano P-30	839-12		[illegible]	24,70
[illegible]	[illegible]MON ORTEGA M. [illegible]. Manzano P-29	839-12		[illegible]	24,70
[illegible]	JOSE SEPULVEDA S [illegible], Manzano P-[illegible]	[illegible]-12		[illegible]	26,00

t. El Sistema de riego se ubica principalmente dentro de las comunas de Parral y Retiro, de la Provincia de Linares VII Región, y en la comuna de Ñiquén, Provincia de Ñuble, VIII Región.

Los límites generales del área de riego y de los sectores indicados en el Art. 2, son los delimitados en el plano adjunto.

t. 4.- Para el sistema se dispone de los siguientes recursos hídricos.

1.- Aguas almacenadas en el Embalse Digua en invierno y primavera, de los aportes de su propia hoya hidrográfica y las captaciones en el río Longaví - por el canal alimentador del Embalse.

2.- Los recursos de primavera y verano sobrantes en el río Longaví, después de atender la demanda de su propia área de riego.

3.- Los recursos de primavera y verano del río Perquilauquén sobrantes después de atender la demanda - del área de riego ubicada aguas arriba de la bocatoma del canal Perquilauquén-Ñiquén.

4.- La totalidad de los recursos de la hoya del río - Cato, con exclusión del volumen ocupado por los - antiguos regantes entre el Embalse y la bocatoma Remulcao.

5.- La totalidad de los recursos del río Perquilauquén Viejo en el cruce con el canal Perquilauquén Ñiquén.

6.- La totalidad de los recursos del río Ñiquén en el punto de vaciado de las aguas del Canal Perquilauquén-Ñiquén.

7.- Todos los derrames y recuperaciones que se reciban directamente en los canales y en los esteros que drenan la zona de riego.

Art. 5.- Se consideran sobrantes en el río Longaví los caudales que superan los siguientes gastos medidos en la estación de Quiriquina.

MES	GASTO m3/s.
SEP	40
OCT	40
NOV	45
DIC	45
ENE	45
FEB	45
MAR	40
ABR	25

Art. 6.- Se consideran sobrantes en el río Perquilauquén los recursos que exceden la siguiente demanda mensual.

MES	VOL X 10^6 m3
SEP	0.4
OCT	5.9
NOV	8.8
DIC	10.8
ENE	11.6
FEB	9.1
MAR	6.6
ABR	3.6

Art. 7.- El estudio de regulación hidrológica del Sistema determinó la disponibilidad con un 85% de seguridad de los siguientes volúmenes por sectores (en millones de m3), que conforman la demanda de esos sectores:

Estos representantes serán designados de entre sus Directores y deberán cumplir en el seno del Consejo los acuerdos de sus respectivas Juntas Generales.

La contribución a los gastos que se causen con motivo del establecimiento del Departamento Técnico, lo relativo a sueldos, salarios y otros de carácter general, se hará a prorrata de las acciones o cuotas de agua que a cada organización corresponda en el Embalse Digua.

El Consejo antes mencionado, para estos efectos, tendrá la representación de ambas organizaciones, a las que obligará en la proporción antes indicada.

Nómbranse representantes en el Consejo, hasta que se efectúen las primeras Juntas Generales de Ordinarias de Accionistas respectivas a las siguientes personas:

1.- Carlos Valencia Cortés, que lo presidirá
2.- Juan Sepúlveda Zúñiga
3.- Hernán Urrutia Silva
4.- Mario Quevedo Quevedo
5.- ~~Rogelio Faleón Pérez~~

El Consejo designado se regirá por las disposiciones que se establecen en los Estatutos para el Directorio de las Organizaciones de Regantes, según se aprueba en la claúsula septima de esta Resolución.

Las divergencias que con motivo de la aplicación de esta disposición se produjesen, sea entre los integrantes del Consejo, entre éstos y sus organizaciones o entre éstas últimas, serán resueltas por la Dirección General de Aguas, sin perjuicio de las atribuciones de la Dirección de Riego en relación con el manejo y conservación de las obras de riego pertinentes.

13.- La presente Resolución se notificará a los interesados mediante un aviso que se publicará por una sóla vez en los diarios El Heraldo de Linares y La Discusión de Chillán.

ANOTESE Y NOTIFIQUESE.

ALBERTO ARRETZ PFEIFFER
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

BLICA DE CHILE
STERIO DE OBRAS PUBLICAS
ECCION GENERAL DE AGUAS
TO. DERECHOS DE AGUAS
/lva

Depto. Dgal. D.G.A.

CONTRALORIA GENERAL
Departamento de la Vivienda y Obras Públicas y Transportes
RECEPCION 21 ENE 1988
Subsidiaria Legal
Contralor
Asesoría
Sección
Contralor Inmediato
Jefe

REF.: Constituye derechos de aprovechamiento consuntivos en los ríos Cato y Longaví, 1° Sección, en favor del Fisco, Dirección de Riego, para el el embalse Digua. Provincia de Linares, VII Región.

==========

Con esta fecha el Director Gral. de Aguas ha resuelto lo que sigue

SANTIAGO, 18 ENE 1988

RIO DE HACIENDA
NA DE PARTES
ECIBIDO

ALORIA GENERAL
MA DE RAZON
ENE. 1988
ECEPCION

FRENDACION

POR $
TAC.
POR $
Oficina
Transcripciones

FEB 1988

VISTOS: La solicitud del Fisco, Dirección de Riego; las Resoluciones Exentas N°s. 1762 de 28/9/57 y 57 de 1988; el Oficio Ord. N°300 del 28 de Agosto de 1987, del Departamento de Derechos de Aguas; y lo dispuesto en los Arts. 141, 149 y 150 del Código de Aguas, y en el artículo 10, inciso segundo, del Decreto Supremo N°388 de 1982, del Ministerio de Obras Públicas,

R E S U E L V O :

D.G.A. N° 18 /

1.- Constitúyense los siguientes derechos de aprovechamiento consuntivos de aguas superficiales en favor del Fisco, Dirección de Riego, provincia de Linares, VII Región:

a) 182 millones de m3/año, de ejercicio permanente y continuo, en el río Cato o Catillo, afluente derecho del río Perquilauquén, de la hoya hidrográfica del río Maule; y

b) 25 m3/s., de ejercicio eventual y continuo, en el río Longaví, 1° Sección, de la hoya hidrográfica del río Maule.

2.- Déjase constancia que el caudal del derecho que se constituye por la presente Resolución en el río Cato o Catillo tiene una probabilidad de excedencia del orden de 40%.

3.- Las aguas, que se almacenarán en el embalse Digua, se captarán gravitacionalmente en los siguientes puntos:

a) En el río Cato, a unos 12 kms. aguas arriba de la confluencia del río Cato con el estero Cenicero, lugar en que ubica el muro del embalse Digua, cuya torre de toma se sitúa en la orilla izquierda a unos 270 m. aguas arriba del eje del muro, medidos a lo largo del Túnel de Toma.

b) En el río Longaví, en su ribera izquierda, en un punto de coordenadas UTM. 5.987.200 y 273.250, a unos 32 km. aguas arriba del puente del camino longitudinal medidos sobre el río, punto en que ubica la bocatoma del canal alimentador.

4.- Declárase que los derechos que se constituyen por la presente Resolución corresponden a los caudales de las reservas en favor del Fisco, Dirección de Riego, efectuadas por Decreto MOP. N° 311 de 1953 y por Resolución D.G.A. N°28 de 1984 en los ríos Longaví, 1° Sección, y Cato, respectivamente.

5.- Déjase constancia que en este caso no se requiere el informe de la Dirección General de Aguas de que trata el inciso final de los artículos 67 y 294 del Código de Aguas por ser el embalse Digua y el canal alimentador obras construidas y en funcionamiento desde hace años.

6.- Declárase que, de acuerdo con lo dispuesto en el Art. 272 del Código de Aguas, el titular del derecho que se constituye por la presente Resolución en el río Longaví, 1° Sección, queda incorporado a la Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes.

7.- La presente Resolución se reducirá a escritura pública que suscribirán el interesado y el señor Director Regional de Aguas, Séptima Región, y copia de ella se inscribirá en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces competente. El interesado deberá remitir a esta Dirección General una copia autorizada de dicha inscripción, para los efectos de incorporarla al Catastro Público de Aguas.

8.- La presente Resolución se registrará por la Dirección General de Aguas, en conformidad a lo dispuesto en el Art. 122 del Código de Aguas.

9.- Comuníquese la presente Resolución a la Junta de Vigilancia del Río Longaví y su Afluentes.

ANOTESE, TOMESE RAZON Y NOTIFIQUESE,

EUGENIO LOBO PARRA
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

Remítolo a Ud para su conocimiento

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPTO. ADMINISTRACION DE
RECURSOS HIDRICOS
AFG/aas (Res.def)

M.O.P.
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
OFICINA DE PARTES
RESOLUCION TRAMITADA
Fecha - 8 AGO 1995

CONSTITUYE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA SUPERFICIAL Y CORRIENTE A FAVOR DE USUARIOS DEL SISTEMA EMBALSE DIGUA, VII REGION.

Pase de fecha al Director Gral. de Aguas ha resuelto lo que sigue:

SANTIAGO, 13 JUL 1995

MINISTERIO DE HACIENDA
OFICINA DE PARTES
RECIBIDO

CONTRALORIA GENERAL
TOMA DE RAZON
17 JUL. 1995
RECEPCION

DEPART. JURIDICO		
DEP. T. R. Y REGISTRO		
DEPART. CONTABIL		
SUB DEP. C. CENTRAL		
SUB DEP. E. CUENTAS		
SUB DEP. C. P. Y BIENES NAC.		
DEPART. AUDITORIA		
DEPART. V.O.P., U. y T		
SUB DEP. MUNICIP.		

REFRENDACION

REF. POR $ .....
IMPUTAC. .....
ANOT. POR $ .....
IMPUTAC. .....
.....
DEDUC. DTO. .....

VISTOS : El Oficio Ord. N° 2056 del 16 de Noviembre de 1994, de la Comisión Nacional de Riego; la Resolución D.G.A. N° 18 del 18 de Enero de 1980; el Decreto M.O.P. N° 203 del 26 de Febrero de 1975; la Resolución D.G.A. N° 1.120 de 28 de Julio de 1978; las Resoluciones D.G.A. Exentas N°s. 482 de 4 de Marzo de 1994; 1.847, de 31 de Agosto de 1994 y 2.640 de 30 de Noviembre de 1994; el Oficio Ord. N° 3775 del 11 de Noviembre de 1994 de la Dirección de Riego; y lo dispuesto en los articulos 11 Transitorio y 149 del Código de Aguas,

R E S U E L V O :

D.G.A. N° 324 /

1.- Constitúyense derechos de aprovechamiento consuntivos de ejercicio permanente y continuo, de aguas superficiales y corrientes del Sistema Embalse Digua, VII Región, por un volumen anual para una probabilidad de excedencia de 85% de 359.307.415 m3., correspondientes a un total de 28.568,50 acciones, a favor de los siguientes usuarios del Sistema Embalse Digua, y en proporción a las acciones que se señalan:

SISTEMA DIGUA SECTOR "A"

N°	Rol S.I.I.	NOMBRE PROPIETARIO	ACCIONES
1	0941-017	Aguayo Zarate Luis	3.0
2	0945-077	Alvarado Romero Efrain	0.9
3	0838-049	Ascencio Fuentes Manuel	1.5
4	0944-025	Ceroni Ceroni Manuel	3.0
5	0836-048	Contanzo Gonzalez Roberto	1.5
6	0943-033	Espinace Ruiz German Antonio	9.8
7	0943-040	Espinace Ruiz Gustavo	7.5
8	0943-033	Espinace Ruiz Gustavo Alberto	9.7
9	0943-028	Flores Fuentes Nazario	12.0
10	0836-048	Fonseca Orrego Temistocles	4.5
11	0838-020	Fuentes Gonzalez Ana Maria	3.2
12	0945-005	Fuentes Navarrete Juan	1.5
13	0945-066	Hernández Lopez Justo	1.5
14	0943-015	Hernandez Meriño Marino	3.0
15	0943-031	Hernandez Rodriguez Jovita	13.5
16	0944-023	Hernandez Urrutia Rodolfo del Carmen	4.5
17	0943-014	Lopez Ortiz Leonidas	3.0
18	0837-039	Maureira Castillo Manuel Antonio	3.0
19	0943-035	Meriño Leiva Jose	7.5
20	0838-027	Mora Perez Abedan Segundo	2.3
21	0838-027	Mora Perez Florencia	1.5
22	0838-027	Mora Ponce Eduardo del Carmen	1.7
23	0838-027	Mora Ponce Pedro Hugo	0.6
24	0944-006	Morales Pereira Miguel Angel	4.5
25	0839-039	Murgas Ascencio Olegario	3.0
26	0943-018	Muñoz Muñoz Ildefonso	7.5
27	0945-011	Navarrete Fuentes Maria	1.5
28	0943-032	Navarrete Leiva Manuel	24.0
29	0836-002	Pereira Mendez Eleazar	1.5
30	0836-011	Pereira Mendez Eustorgio Antonio	1.5
31	0839-147	Perez Yañez Benito	1.5
32	0838-076	Rodriguez Fuentes Jose Rodolfo	3.8
33	0839-071	Sepúlveda Oñat Angel	4.5
34	0839-069	Soto Cuevas Olga	9.0
39	0836-008	Troncoso Fonseca Natalio	1.5
40	0943-017	Urra Muñoz Francisco	5.3
41	0943-017	Urra Muñoz Juan Antonio	5.2
42	0943-010	Urra Muñoz Juan Antonio	10.5
43	0943-032	Villar San Martin Hector Elidio	5.4
44	0839-149	Moreno Leon Hector Enrique	17.3
45	0839-148	Riffo Agurto Armando Enrique	5.1
46	0839-140	Riffo Agurto Armando Enrique	3.3
47	0839-161	Perez Perez Patricio Rafael	9.5
48	0839-151	Muñoz Ferrada Luis Alberto	9.7
49	0839-151	Torres Alvial Jose Omar	6.2

289	89-027	Jorge Alejandro Bascur Lizana	16.25
290	89-403	Camilo Antonio Leiva Maldonado	11.38
292	89-352	Guido Esnoldo Parada Manriquez	20.04
293	89-360	Hilda del Pilar Rodriguez Zuñiga	40.63
294	89-411	Adan del Carmen Sepulveda Benavidez	8.13
295	89-005	Florencio Antonio Ramos Concha	9.75
296	89-061	Nicanor Sobarzo Escobar	11.38
298	89-076	Isaac Gerardo Fuentes Muñoz	8.13
300	89-137	Morella del Carmen Manriquez Ortega	17.47
301	89-184	Samuel Leiva Zambrano	4.88
302	89-224	Raquel del Carmen Sepulveda Faúndez	14.63
303	89-341	Elisa Ines Parada Manriquez	7.31
304	89-342	Gerardo Antonio Parada Manriquez	6.50
305	89-343	Raul del Carmen Parada Manriquez	8.13
306	89-344	German de la Rosa Zambrano Zambrano	3.25
307	89-347	Beatriz del Carmen Parada Manriquez	5.28
308	89-349	Esterlinda del Rosario Ortega Ortega	8.13
309	89-350	Cesar Bascur Hernández	15.44
310	89-374	Francisco Orlando Navarrete Salinas	4.88
311	89-060	José Honorindo Muñoz Fuentes	17.88
313	89-374	Norma Haydee Navarrete Salinas	5.69
314	1352-33	Francisco Moreno Moreno	3.25
315	1352-32	Carlos Venegas de la Fuente	13.00
316	1352-33	Fidel Alberto Contreras Bravo	4.71
317	1352-34	Sofanor del Carmen Rodriguez Leiva	22.21
318	1352-35	Enrique Segundo Belmar Riquelme	6.06
319	1352-36	Julio Enrique Bascur Ortiz	16.25
320	1352-38	Hector Navarrete Yáñez	18.96
321	1352-39	Carlos de la Rosa Torres Sepulveda	17.34
322	1352-44	Juan Alfonso Contreras Ortiz	19.23
323	1352-55	Santiago Leonidas Rodriguez Caro	7.80
324	1352-61	Sofanor del Carmen Rodriguez Leiva	10.08
325	1352-35	Fermin Donato Riquelme Contreras	5.04
326	1352-12	Mario Belmar Castro	18.42
327	1352-42	Jose Guillermo Belmar Belmar	26.00
328	1352-43	Leonel Enrique Valdés Soto	16.25
329	1352-44	Rafael Aquiles Contreras Contreras	14.63
330	1352-45	Jose Gumercindo Villarroel Aravena	16.25
331	1352-09	José Clemente Merino Belmar	22.75
332	1352-41	José Vicente Sepúlveda Obregón	19.50
333	1352-08	Enrique Molina Campos	20.32
334	89-101	Jorge Iván Leiva Parada	16.25
336	89-171	Previsto del Carmen Muñoz Navarrete	5.69
339	89-032	Alfredo Vega Sepulveda	24.38
340	89-333	Jorge Leiva Parada	16.25
341	89-033	Luis Alberto Muñoz Martinez	6.50
342	89-033	Hector Navarrete Yañez	10.56
343	89-335	Maria Bustos Navarrete	16.25
344	89-335	Robustiano Bustos Navarrete	16.25
345	89-035	Maria Elsa Labra Bustos	13.00
346	89-035	Olfa de la Rosa Fuentes Catilao	17.34
347	89-053	Daniel Manuel Lagos Cerda	32.50
348	89-033	Antonio Sergio Cirinio Fuentes	3.25
349	1352-02	Sociedad Agricola El Mirador	56.88
350	1352-49	Teresa Bascur Valenzuela	19.50
351	1352-50	Juan Esteban Bascur Valenzuela	19.50
352	1352-51	Lucy Inés del Carmen Bascur Valenzuela	19.50
353	1352-52	Pedro Bascur Valenzuela	19.50
354	1352-53	Maria Ernestina Bascur Valenzuela	19.50
355	1352-07	Ricardo Nicolas Bascur Ortiz	17.07
356	1342-23	Desiderio Neftali Navarrete Yañez	66.15
			3.493.10

CONTRALORIA GENERAL
TOMA DE RAZON

NUEVA RECEPCION

Con Oficio Nº

DEPART. JURIDICO		
DEP. T. R. Y REGISTRO		
DEPART. CONTABIL.		
SUB DEP. C. CENTRAL		
SUB DEP. E. CUENTAS		
SUB DEP. C. P. Y BIENES NAC.		
DEPART. AUDITORIA		
DEPART. O.P., U. y T.		
SUB DEP. MUNICIP.		

REFRENDACION

REF. POR $ .....
IMPUTAC. .....
ANOT. POR $ .....
IMPUTAC. .....
.....
DEDUC. DTO. .....

2.- Las aguas se captarán gravitacionalmente en el rio Cato en la bocatoma Remulcao por el canal Matriz Digua para los sectores A, B y C; en el punto de coordenadas UTM. 5.982.500 y 259.250.

En el rio Perquilauquén en el punto de Coordenadas UTM 5.982.850 y 251.450 por la bocatoma Per-Ñiquén y en el punto de coordenadas UTM 5.984.200 y 241.500 por la bocatoma Perquilauquén Fiscal.

3.- Declárase que para el sistema de riego embalse Digua se considera un total de 31.850 acciones.

4.- Déjase constancia que los recursos del Sistema Embalse Digua consisten en un volumen anual para una probabilidad de excedencia 85% de 297.617.000 m3. con cargo a los derechos de aprovechamiento constituidos mediante Resolución D.G.A. Nº 18 del 18 de Enero de 1988 y a la reserva fiscal establecida mediante Decreto M.O.P. Nº 203 del 26 de Febrero de 1975. Déjase constancia, además, que hay otros recursos adicionales de derrames y esteros que el Sistema usa desde su inicio, en el año 1967, lo que hace que los recursos que efectivamente usa el Sistema Embalse Digua corresponden en total a un volumen anual para una probabilidad de excedencia 85% de 400.579.000 m3., por lo que la dotación real por acción anual del Sistema es de 12.577,0487 m3.

5.- Establécese que los recursos con que cuenta el Sistema Embalse Digua indicados en el punto anterior, corresponden al resultado de la aplicación de las normas de operación existente en dicho Sistema desde su inicio, el que se encuentra detallado en el informe final del Estudio denominado "Análisis Operación del Embalse Digua" preparado por la Dirección de Riego y la Consultora Ingendesa, en el año 1993.

6.- Déjase constancia que en el listado del N° 1 de la presente Resolución se han omitido aquellos casos designados como sin antecedentes suficientes para proceder a la asignación de acciones, pero que tienen derecho a ellas, por lo que se reservan para su posterior regularización un total de 3.281,50 acciones equivalentes a un volumen total anual de probabilidad de excedencia 85% de 41.271.585 m3., que serán asignados en derechos de aprovechamiento una vez que la Dirección de Riego proporcione la información requerida.

7.- Las acciones 3.281,50 reservadas por la Dirección de Riego para una posterior regularización, se han distribuido en forma preliminar en 178 usuarios como sigue:

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO PARA SU POSTERIOR REGULARIZACION

SISTEMA DIGUA SECTOR A

N°	ROL S.I.I.	NOMBRE PROPIETARIO	ACCIONES
35	0944-023	Suc. Carvajal Orrego Pedro	4.5
36	0940-017	Suc. Manriquez Carvajal Orlando	4.5
37	0941-017	Suc. Ortiz Abejares Francisco	3.0
38	0944-016	Suc. Zarate Zarate Atiliano	1.5
52	0839-153	Suc. Juan Concha Lastra	15.0
55	0838-054	Suc. Torres Pinochet Nolberto	18.4
65	0838-067	Suc. Rodriguez Beltran Juan	15.0
74	0838-064	Suc. Garrido Bustos Guillermo	15.0
78	0839-142	Suc. Soto Soto Guillermo	15.0
88	0839-129	Suc. Sepúlveda Araya Maria	6.7
281	0946-006	Suc. Abarzua Zapata Diogenes	9.2
282	0837-003	Suc. Aravena Bravo Ildefonso	0.4
283	0837-006	Suc. Cifuentes Olave Elvira	25.1
284	0941-101	Suc. Fuentes Soto Antonio	18.4
285	0940-023	Suc. Greenhalgh Hawitt Elena	24.8
286	0946-001	Suc. Gutierrez Acuña Juan	13.4
287	0837-025	Suc. Gutierrez Soto Nestor	3.3
288	0946-009	Suc. Leiva Reyes Maria	10.0
289	0942-008	Suc. Lopez de Reyes Eugenia	37.6
290	0941-021	Suc. Manriquez Carvajal Orlando	16.7
291	0839-007	Suc. Maureira Alvear Emilio	0.1
292	0839-005	Suc. Maureira Vivanco Ramon	0.4
293	0838-005	Suc. Mora Gutierrez Sinforosa	16.7
295	0943-009	Suc. San Martin San Martin Hugo	116.7
296	0946-007	Suc. Zarate Zarate Enrique	16.7
			432.1

SISTEMA DIGUA SECTOR "B"

N°	ROL S.I.I.	NOMBRE PROPIETARIO	ACCIONES
397	1148-035	Suc. Navarrete Narvaez Pedro	3.8
398	1249-075	Suc. Sepulveda Pereira Abraham	7.5
399	1249-208	Suc. Sepúlveda Pereira Abraham	7.5
415	0941-081	Suc. Astete Soto Santiago	16.7
418	0941-083	Suc. Vasquez Parada Anibal	20.0
422	0941-057	Suc. Espinoza Soto Jorge	20.0
429	0941-053	Suc. Meza Sepulveda Oscar	20.0
441	0941-039	Suc. Friz Aravena Sergio	20.0
446	0941-033	Suc. Chandia Ortega Jose	10.0
449	0941-034	Suc. Chandia Ortega Jose	9.5
458	0941-061	Suc. Ortega Barra Juan	15.0
472	0941-069	Suc. Solar Benavente Luis	20.0
486	1250-154	Suc. Urra Agurto Reinaldo	20.0
521	1250-135	Suc. Caceres Munoz Francisco	20.0
546	0839-085	Suc. Reyes Sepulveda Juan	15.0
689	1250-024	Suc. Caceres Contreras Alfonso	103.4
690	0837-006	Suc. Cifuentes Olave Elvira	29.2
691	0837-007	Suc. Concha Zuñiga Ramon	9.2
692	1250-191	Suc. Fuentealba Falcón Aurelia	59.5
693	0837-005	Suc. Gutierrez Morales Mario	1.7
694	1250-188	Suc. Henriquez Ortega Ramona	51.7
695	1250-189	Suc. Henriquez Ortega Ramona	26.3
696	1250-050	Suc. Manriquez Carvajal Armando	12.5
701	1251-102	Suc. Retamal Ortiz Geronimo	75.1
702	1250-066	Suc. Sepulveda Ibarra Feliciano	25.1
722	s/r	Suc. Ortega Barra Juan	0.7
727	s/r	Suc. Espinoza Soto Jorge	0.7
728	0941-053	Suc. Meza Sepulveda Oscar	0.7
743	0839-106	Suc. Reyes Sepulveda Juan	0.7
			621.5

SISTEMA DIGUA SECTOR "C"

N°	ROL S.I.I.	NOMBRE PROPIETARIO	ACCIONES
839	0470-005	Suc. Cisternas Vásquez Concepción	15.0
840	0469-006	Suc. Espinoza Cisterna Oscar	15.0
841	0469-010	Suc. Fuentes Hernández Atiliano	1.5
842	0466-013	Suc. Hernández Espinoza José Alcibiades	7.9

175	89-031	Suc. Ramon Belmar Belmar	16.25
181	89-358	Suc. Roberto Escobar Maureira	48.76
186	89-159	Suc. Salvador Moreno Cerda	81.26
187	88-021	Suc. Lorenzo Gutierrez Cerda	9.10
188	88-022	Suc. Lorenzo Gutierrez Cerda	9.10
189	88-026	Suc. Flor Maria Guzman Mena	8.94
191	88-031	Suc. Adrian Morales Leiva	11.38
192	88-033	Suc. Angel Zuñiga Tapia	9.75
193	88-042	Suc. Martin López Leiva	5.69
196	88-054	Suc. Josefina Orrego Orrego	9.75
197	88-060	Suc. Hector Morales Sepulveda	9.10
200	88-066	Suc. Miguel Santana Morales	4.06
202	88-067	Suc. Isaias Soto Mendez	13.00
203	88-068	Suc. Isaias Soto Morales	7.80
204	88-074	Suc. Dominga Valenzuela Contreras	8.13
210	88-077	Suc. Misaldo Venegas Zarate	5.28
213	88-081	Suc. Gilberto Sepulveda Burgos	1.63
214	88-086	Suc. Ramon Zarate Guzman	6.50
218	89-105	Suc. Ernesto Leiva Muñoz	12.19
219	89-117	Suc. Ramon Leiva Leiva	15.44
220	89-120	Suc. Sofanor Leiva Barra	7.31
230	89-330	Suc. Ramon Marcos Leiva Leiva	16.25
237	89-091	Suc. Atiliano Leiva Saavedra	4.88
245	89-282	Suc. Eduardo Matus Muñoz	41.71
262	89-363	Suc. Ananias Ortega Faundez	1.63
271	89-118	Suc. Roberto Leiva Ramirez	3.25
274	89-381	Comunidad Muñoz Navarrete	65.01
276	89-093	Suc. Estela Ferrada San Martin	111.00
277	89-010	Suc. Jaime Cerda Faundez	51.47
280	89-110	Suc. Agueda de la R. Zambrano Maldonado	4.88
288	89-209	Suc. Juana Faúndez Leiva	5.69
291	89-339	Suc. Luis Alberto Navarrete Aguayo	5,69
297	89-068	Suc. José Faúndez Leiva	6.50
299	89-129	Suc. Viterbo Verdugo	3.25
312	89-129	Suc. Roberto López Morales	2.44
335	89-107	Comunidad Navarrete Yañez	29.30
337	89-232	Suc. Santiago Rodriguez Aguayo	3.25
338	89-030	Suc. Cupertina Bustos Catilao	21.67
			1.042,90

8.- Facúltase a cada uno de los titulares del derecho de aprovechamiento que aquí se constituye, para reducir a escritura pública las partes pertinentes de la presente Resolución. Estas escrituras públicas deberán ser firmadas por el Sr. Director Regional de Aguas de la VII Región conjuntamente con cada uno de los concesionarios y copias autorizadas de ellas con certificados de sus inscripciones en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raices correspondiente, deberán remitirse a esta Dirección General.

9.- La presente Resolución se registrará en la Dirección General de Aguas, en conformidad con lo dispuesto en el Art. 122 del Código de Aguas.

ANOTESE, TOMESE RAZON Y NOTIFIQUESE.

HUMBERTO PEÑA TORREALBA
INGENIERO CIVIL
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento y fines pertinentes.

CARLOS BRITO CASTRO
Abogado
Jefe Depto.
Adm. y Secretaría General
D.G.A.

N° Unifilar	Canal Matriz	Comunidad de Usuario	Ribera	Estado	Nómina de Usuarios	Info Nomina	N°Usuarios	N°Usuarios con Rol	Documentos
1,1	Remulcao	MATRIZ	Sur	No Const	Si	regantes, rut, superficie, tiempo	298	0	Usuarios.xlsx
		Villa Rosa	Sur	No Const	Si	regante, roles, rut, numero de acciones	43	43	Usuarios.xlsx
		Urrutiano	Sur	No Const	Si	regantes, acciones sector, numero de parcela	134	127	Usuarios.xlsx
		Porvenir	Sur	No Const	Si	regante, roles, rut, numero de acciones	252	238	Usuarios.xlsx
		Municipal	Sur	No Const	Si	regante, roles, rut, numero de acciones	220	41	Usuarios.xlsx
		Lomas Compuerta Uno	Sur	No Const	Si	nombre	3	0	Usuarios.xlsx
		Lomas Compuerta Dos	Sur	No Const	Si	regantes, rut, superficie, tiempo	18	0	Usuarios.xlsx
		Lomas Compuerta Tres	Sur	No Const	Si	regantes, acciones, tiempo	18	0	Usuarios.xlsx
1,2	Longaví Alto	Longaví Alto	Sur	100% Const	Si	regantes, rol, rut, acciones	1310	1310	Estatutos Longaví Alto.pdf; Inscripcion CBR Longaví Alto CBR.docx; Listado Usuarios.xls
2,1	Quinta Alto A	Quinta Alto A	Norte	Cont en DGA	Si	n° parcela, sup, acciones, propietario, rut	71	0	Estatutos.docx; Reducción a Escritura Pública 2.docx; Reducción a Escritura Pública 1.docx; Resol DGA Nº 1732.docx; Resol DGA.pdf; Usuarios.docx; Vigencia.pdf
3,1	San José	San José	Norte	100% Const	Si	propietario; parcela; acciones, rol, rut	88	85	Inscripción CBR San José.docx; Escritura Pública.docx; Usuarios San José.pdf
3,2	Quinta Alto B	Quinta Alto B	Norte	Cont en DGA	Si	propietario	41	0	Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Usuarios.docx; Reducc.Escritura Pública.docx; Resol DGA Nº 1732.docx
4,1	San Nicolás	San Nicolás	Sur	100% Const	Si	propietario, rut, rol, derechos, superficie	137	137	Estatutos.docx; Inscrip. CBR.docx; Rectificación Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA 3638.docx; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Usuarios.xls; Vigencia.pdf
4,2	San Marcos	San Marcos	Sur	Cont en DGA	Si	propietario, rut, predio, rol, superficie, acciones	44	44	Estatutos.docx; Usuarios.pdf; Rectf.de Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública.docx; Resol DGA.pdf; Vigencia.pdf Inscrip. CBR.docx;
5,1	La Sexta	MATRIZ	Norte	No Const	Si	nombre, parecela, acciones	51	0	Usuarios.xlsx; Escritura
		Derivado El Carmen	Norte	No Const	Si	nombre, rut, parcela, rut, telefono	57	0	Usuarios.xlsx
5,2	La Tercera	MATRIZ	Norte	100% Const	No aplica		0		Inscripción CBR La Tercera.docx; Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública-1.docx; Resol DGA Nº 3322.docx; Resol DGA.pdf; Vigencia.pdf
		Derivado Maitenes	Norte	No Const	No Existe		10		
		Derivado El Encanto	Norte	Cont en DGA	No Existe		8		
		Derivado La Tercera	Norte	No Const	SI	nombre, parcela, acciones	63	0	Usuarios.xlsx
7,1	Quinta Abajo	MATRIZ	Norte	Cont en DGA	No aplica		0		Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública.docx; Resol DGA Nº 1732.docx; Resol DGA.pdf
		Derivado Lomas de la Tercera	Norte	No Const	Si	nombre	17	0	Usuarios.docx
6,1	Robles Nuevos	MATRIZ	Sur	No Const	Si	nombre, rut, predio, acciones	94	0	Usuarios.docx
		Derivado Santa Delfina	Sur	No Const	Si	nombre	1		Usuarios.docx
		Derivado Santa Cecilia	Sur	No Const	Si	nombre, rut, derechos, rol	11	11	Usuarios.xls
8,1	Robles Viejos	MATRIZ	Sur	100% Const	Si	nombre, predio, acciones	351	0	Estatutos.docx; Inscrip. CBR.docx; Rectificación Reducc. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Usuarios.docx; Vigencia.pdf
		Derivado Cardos Santa Cecilia	Sur	No Const	No Existe				
9,1	Nogales Molino	MATRIZ	Sur	Cont en DGA	No aplica				Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA.pdf
		Derivado Membrillo	Sur	No Const	Si	nombre, acciones	48	0	Usuarios.xlsx
		Derivado Molino	Sur	100% Const	Si	nombre, rol superficie, sector, acciones	162	123	Inscrip. CBR.docx; Usuarios.docx; Vigencia.pdf
10,1	San Ignacio	San Ignacio	Sur	Cont en DGA	Si	nombre, acciones	34	0	Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA Nº 99.docx; Resol DGA.pdf; Usuarios.docx; Vigencia.pdf
11,1	Copihue	Copihue	Sur	No Aplica	Si	nombre	1	1	Usuarios.xlsx
12,1	Retiro	Retiro	Sur	100% Const	Si	nombre, sector, parcela, acciones	74	0	Estatutos.docx; Inscripcion CBR.pdf; Rectf. Reducc. Escritura Pública.docx; Reducc. Escritura Pública.docx; Resol DGA 3637.docx; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Usuarios.xlsx; Vigencia.pdf
13,1	Las Mercedes	Las Mercedes	Norte	100% Const	Si	nombre, acciones	43	0	Inscripción CBR Las Mercedes.docx; Estatutos.docx; Mod. Escritura Pública.docx; Reducc.Escritura Pública-1.docx; Resol DGA Nº 3322.docx; Resol DGA.pdf; Usuarios.xlsx; Vigencia.pdf
14,1	Rosas - La Piedad	Rosas - La Piedad	Norte	No Const	Si	nombre, sector, acciones	31	0	Usuarios.xlsx
15,1	Primera Arriba	Primera Arriba	Norte	En Porceso	Si	nombre, rut, sector, acciones, superficie, ROL	357	124	Usuarios.xlsx
16,1	El Carmen	El Carmen	Sur	En Porceso	Si	nombre, sector, predio, acciones, canal	262	0	Usuarios.docx
17,1	Maitenes	MATRIZ	Sur	100% Const	Si	nombre, rut. Rol, acciones, superficie	70	51	Usuario_Maitenes_Lucero-Cuñao.xls; Estatutos.pdf; Inscrip. CBR.docx; Reducc.Esc.Publica.pdf; Resol DGA.pdf; Rut.pdf; Vigencia.pdf
		Derivado El Lucero	Sur	No Const	Si	nombre, rut. Rol, acciones, superficie	35	33	Usuarios.xlsx
		Derivado Cuñao	Sur	No Const	Si	nombre, rut. Rol, acciones, superficie	18	13	Usuarios.xlsx
18,1	Primera Abajo	Primera Abajo	Norte	100% Const	Si	nombre, predio, acciones	320	0	Inscripcion CBR-2009.pdf; Inscripción CBR-1995.docx Estatutos.pdf; Reducc.Esc.Publica.pdf; Reducc.Esc. Pública.docx; Resol 1906 DGA.docx; Resol. DGA.pdf; Usuarios.pdf; Vigencia.pdf
0,1	Santa Marta	Santa Marta	Sur	No Aplica	Si	nombre	1	1	Usuarios.xlsx

CONVENIO DE ASESORÍA Y COMPROMISO FORMAL

ENTRE

JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONGAVÍ

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Y

TYPSA - AGENCIA EN CHILE

En Santiago, a XX de XXXXXX de 2013, entre: la **JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONGAVÍ**, en adelante "La Junta de Vigilancia", con RUT N° XX.XXX.XXX-X, representada según se acreditará por don Máximo Correa Ossa, C.I. Nº XXXXXXXXX ambos domiciliados a estos efectos en la calle Dieciocho, N°580, comuna de Parral, VII Región del Maule; la **COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO**, en adelante la "CNR", persona jurídica de derecho público, con RUT N° 60.718.000-8, representada según se acreditará, por su Secretario Ejecutivo don Patricio Grez Marchant, C.I. N° x.xxx.xxx-x, ambos domiciliados a estos efectos en Avenida Bernardo O'Higgins N° 1449, Torre 1, piso 4°, de la ciudad de Santiago; y la empresa consultora de ingeniería **TÉCNICA Y PROYECTOS S.A.-AGENCIA EN CHILE**, en adelante la "Consultora", sociedad del giro de su denominación, RUT N° 59.169.360-3, representada según se acreditará, por don Manuel Díaz de Valdés Olavarrieta, abogado, C.I. N° 6.574.090-7, ambos domiciliados en calle Don Carlos 2939, of. 904, de la comuna de Las Condes, Santiago; se ha acordado el siguiente convenio:

PRIMERO: Antecedentes.

(1.1) En Sesión N° 144 del Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego, celebrada con fecha 16 de junio de 2010, se aprobaron las etapas de desarrollo y construcción para grandes obras de riego y se determinó el rol que corresponde a la Comisión Nacional de Riego y a la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP en este tipo de proyectos.

(1.2) Entre otros asuntos, en el Acta de Consejo que contiene los acuerdos de la referida Sesión, se estableció que la CNR asumiría la Fase de Pre-Inversión y el estudio de las primeras fases de los Proyectos de Riego, que consisten en las etapas de Idea o Perfil y Pre-factibilidad. El Acta referida en este párrafo fue ratificada por Resolución CNR № 2332 de fecha 12 de julio de 2010.

(1.3) En el marco de este nuevo rol, la CNR llamó a licitación para el desarrollo del Estudio de Prefactibilidad "*CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO EMBALSE LONGAVÍ*", en adelante, el "Proyecto".

(1.4) El Proyecto busca principalmente proponer una optimización del uso del recurso hídrico del Valle del Río Longaví, a través de la construcción de un embalse para riego destinado principalmente a mejorar las condiciones de garantía para el riego del sector y eventualmente para regular crecidas, mejorando de ese modo las explotaciones agrícolas actuales.

(1.5) Luego del proceso de licitación, el Proyecto fue adjudicado a la Consultora, según consta de Resolución CNR Nº1461, con fecha 17 de abril de 2013.

(1.6) Uno de los elementos o aspectos que deben ser abordados en el desarrollo del Proyecto es el diagnóstico de la situación de los derechos de aprovechamiento de aguas, en adelante también, los "DAA", de las organizaciones de usuarios de aguas involucradas y la implementación de medidas para lograr el inicio de los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de los DAA de los usuarios de los canales.

(1.7) Concretamente, en caso de ser necesario según el diagnóstico de la situación legal de los derechos de aguas, el Punto 8.4.3 de las Bases Técnicas señala que se debe generar *"un compromiso de las organizaciones de usuarios que correspondan, para que los regantes que integran dichas organizaciones inicien los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de sus respectivos derechos de aprovechamiento de aguas."* Durante el desarrollo del Estudio, el Consultor se compromete a dar Asesoría Legal y Técnica a las organizaciones respecto de los trámites comprometidos. En el marco del presente Convenio, se entiende que la responsabilidad del Consultor se refiere a facilitar la oportuna asesoría técnica y asistencia legal que establecen las Bases, con el fin de promover y obtener la firma del citado Compromiso.

SEGUNDO: Compromiso Formal de la Junta de Vigilancia del Río Longaví

En cumplimiento a lo establecido en el Punto 8.4.3 de las Bases Técnicas antes referidas, mediante el presente instrumento la Asociación de Canalistas se compromete formalmente a iniciar los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de sus DAA, a más tardar el día xx de xxxxxxx de 2014.

Se entenderá cumplido el compromiso que en este acto suscribe la Junta de Vigilancia, una vez que ésta acredite que se han iniciado los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de la totalidad de los DAA de sus comuneros, acompañando copia de las demandas y/o solicitudes formales que procedan en cada caso según establece la ley. En caso que la referida Junta de Vigilancia no cumpliere el presente compromiso formal dentro de plazo, la CNR se reserva el derecho de informar negativamente o no recomendar el Proyecto para las fases siguientes de estudio.

Por otro lado, la Directiva de la Junta de Vigilancia, se compromete formalmente a canalizar correcta y oportunamente todas las dudas de los comuneros, respecto a los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de sus derechos de aguas, traspasándolas a la Asesoría Legal que realizará el Consultor de acuerdo a lo establecido en el Punto 8.4.2 de las Bases Técnicas y de la cláusula siguiente.

Las Directivas deberán exigir que las dudas de los comuneros sean por escrito y que contengan los datos de contacto de quien las efectúa, haciéndolas llegar en forma ágil y oportuna al Consultor o al abogado puesto a disposición a estos efectos por el Consultor, sin tener facultad para discriminar o filtrar las solicitudes.

TERCERO: Asesoría Legal y Técnica.

Asimismo, en cumplimiento a lo establecido en el Punto 8.4.2 de las Bases Técnicas antes referida, y en lo que dice relación con que *"…durante el desarrollo del Proyecto, el Consultor se compromete a dar Asesoría Legal y Técnica a las organizaciones respecto de los trámites comprometidos…"*, la Consultora se obliga a brindar la señalada asesoría legal y técnica a las Comunidades durante todo el desarrollo del estudio, en los aspectos y condiciones que se señalan a continuación:

b.1 Talleres:

El Consultor ejecutará 2 talleres, los cuales corresponderán a instancias público-participativas en donde el Consultor informará a los regantes respecto de los trámites legales y administrativos necesarios para obtener la regularización y/o perfeccionamiento de los DAA de sus comuneros. Los Talleres Legales cumplirán, al menos, los siguientes requisitos:

(i) Ser dictado en la comuna respectiva, en un lugar de fácil acceso y en un horario que permita la mayor concurrencia posible;

(ii) Ser dictado por el asesor legal señalado en la propuesta de la Consultora, u otro profesional de igual o mejor desempeño en el área del derecho de aguas, quien deberá ser previamente aprobado por la CNR;

(iii) Basarse en la normativa legal y administrativa vigente;

(iv) Anunciar la asesoría legal y técnica que quedará disponible hasta el término del Proyecto, para las observaciones, comentarios y dudas de los miembros de las Comunidades;

(v) Entregar el Instructivo señalado en el punto siguiente.

b.2 Instructivo:

La Consultora preparará un instructivo o manual en que se explique detalladamente los trámites que, de acuerdo a la legislación vigente, sean necesarios para obtener la regularización y/o perfeccionamiento de un DAA. Un borrador del Instructivo será previamente remitido a la CNR para su aprobación u observaciones.

Una vez aprobado el Instructivo, la CNR comunicará este hecho a la Consultora para efectos que esta proceda a su impresión. La cantidad de ejemplares será la suficiente para ser repartidos a los regantes asistentes a los Talleres Legales. En casos excepcionales, la directiva de la organización apoyará en la distribución de estos.

La CNR será propietaria de todo el material constitutivo de propiedad intelectual que sea producto de la ejecución del Proyecto, reservándose la facultad de darle el uso que estime conveniente.

b.3 Asesoría legal permanente:

La Consultora deberá poner a disposición de la Asociación de Canalistas y regantes, la asesoría legal y técnica que sea necesaria para lograr el objetivo de iniciar los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de sus DAA. Para tales efectos se considera:

a) Consultas de Usuarios: Los usuarios efectuarán las consultas o dudas que tengan por escrito y hacerlas llegar a la directiva o dirigentes de cada canal quienes las gestionarán ante el Consultor en un plazo no superior a 20 días o, directamente al Consultor, ya sea mediante correspondencia oficial o correo electrónico (jaolmedo@typsa.es). Todas las consultas deberán ser debidamente identificadas con el nombre, dirección y teléfono del usuario.

b) La Consultora deberá llevar registro de todas las atenciones efectuadas en el marco de esta Asesoría, señalando el nombre de la persona atendida, sus datos de contacto (dirección, teléfono y correo electrónico, en caso de aplicar), el día en que solicitó la atención, las dudas que se plantearon, el día en que se le respondió y el contenido de la respuesta.

b.4 Informes mensuales:

El Consultor entregará en los "Reportes Mensuales" los avances obtenidos de cumplimiento de los objetivos definidos en la presente Asesoría Legal. En el informe deberán acompañarse todos los datos de las atenciones efectuadas en el período anterior en el marco de la Asesoría Legal Permanente, de acuerdo a lo señalado en el punto (b.3) precedente.

Al término del Proyecto la Consultora deberá emitir un Informe Final que resuma los avances en los trámites de regularización y perfeccionamiento de los DAA y el nivel de cumplimiento de los compromisos y obligaciones contenidos en las Bases Técnicas.

Debe señalarse que dicha Asesoría por parte de la consultora no contempla realizar los trámites y solicitudes que deban realizar los regantes y que son de su responsabilidad. El Consultor sólo podrá informar aquellos datos que le sean proporcionados por los propios regantes consultados por el equipo técnico del Consultor, en relación con los avances en los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de los DAA.

CUARTO: Pertinencia.

El presente instrumento, en conjunto con los demás Documentos del Proyecto, se entenderá formar parte integrante del Contrato de Adjudicación suscrito entre la Consultora y la CNR para todos los efectos legales y contractuales a que haya lugar.

QUINTO: Duración.

El presente Convenio permanecerá vigente durante toda la duración del Proyecto.

SEXTO: Ejemplares.

El presente Convenio se firma en cuatro (4) ejemplares originales, del mismo tenor, quedando uno en poder de cada parte y dos en poder de la CNR.

SÉPTIMO: Personerías.

La personería de don Máximo Correa Ossa para actuar en representación de la Junta de Vigilancia del Río Longaví consta de escritura pública de fecha XX de XXXX de XXXX otorgada en la Notaría de don XXXXXXXXXX y Conservador de Bienes Raíces de XXXXXX.

La personería de don Patricio Grez Marchant para representar a la Comisión Nacional de Riego, en su calidad de Secretario Ejecutivo subrogante, consta del Decreto Supremo N° 60, de 2011, del Ministerio de Agricultura

La personería de don Manuel Díaz de Valdés Olavarrieta para actuar en representación de Consultora TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. AGENCIA EN CHILE, consta de escritura pública ante el Cónsul General de Chile en Madrid, España, don Ricardo Herrera Rocuant, de fecha 01 de abril de 2011, protocolizado en la Notaría de don Enrique Tornero Figueroa, abogado, Notario Público de la cuadragésima noventa notaría, con oficio en Paseo Philips nº433, Santiago Centro.

_____ **MÁXIMO CORREA OSSA** *p.p. JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO LONGAVÍ*	_____ **MANUEL DÍAZ DE VALDÉS OLAVARRIETA** *p.p. TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. AGENCIA EN CHILE*
_____ **PATRICIO GREZ MARCHANT** *p.p. COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO*	

MRT/CRN/ CNG/GVL

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO EMBALSE LONGAVÍ, REGIÓN DEL MAULE"

SEGUNDO TALLER DE TRABAJO REGULARIZACIÓN DERECHOS DE AGUA

YO CUIDO EL AGUA

Longaví, mayo de 2014

CONTENIDO:

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVOS DEL TALLER
3. SITUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE REGANTES
4. ASPECTOS LEGALES
   - 4.1 DEFINICIONES
   - 4.2 POSIBLES SITUACIONES LEGALES DE DAA
   - 4.3 IMPLICANCIAS DE ACUERDO A LA SITUACIÓN LEGAL DE LOS DAA
   - 4.4 COMO PROCEDER PARA LOGRAR DAA FORMALIZADO Y AJUSTADO A DERECHO

1. INTRODUCCIÓN

Un aspecto que desarrolla el Estudio de Prefactibilidad es el análisis de la situación de los derechos de aprovechamiento de aguas de las organizaciones de usuarios involucradas, y la implementación de medidas para iniciar los trámites de regularización y/o perfeccionamiento de los derechos de los usuarios.

Aunque la CNR desarrolla determinados estudios de saneamiento y recopilación de la situación de derechos de agua en algunos sectores de riego, el proceso de perfeccionamiento y de regularización propiamente tal, debe ser realizado por los mismos beneficiarios.

1. INTRODUCCIÓN

Los objetivos de la CNR son:

- **Cuantificar los derechos de aguas existentes.**

- **Ayudar a la conformación de las Comunidades de Aguas que se encargarán de gestionar las obras que se proyecten.**

- **Conseguir la ordenación legal y perfeccionamiento de los derechos de aguas.**

2. OBJETIVOS DEL TALLER

1. **Situación legal de los derechos que poseen los miembros de las OUAs de la JVRL.**

2. **Comprensión de las diferentes situaciones legales de los DAA y sus implicancias.**

3. **Diferentes metodologías de regularización y perfeccionamiento de los DAA.**

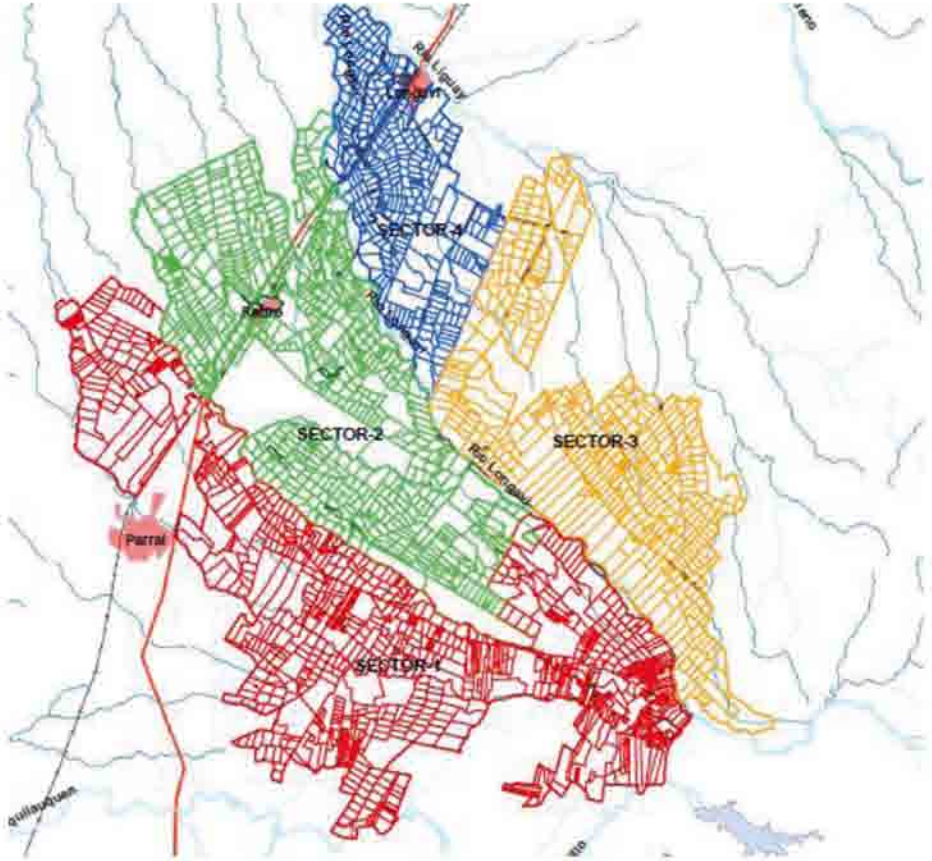
3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

La Asociación de Canalistas de la Primera sección del Longaví, administrada por la Junta de Vigilancia del Río Longaví (JVRL), distribuye actualmente un total de 20.920 acciones con equivalencia de 1,5 l/s por acción, es decir, administra un caudal total máximo de 31.380 l/s, de uso consuntivo, ejercicio permanente y continuo

El caudal de la JVRL se distribuye a través de 18 bocatomas y 23 canales matrices.

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

A partir del análisis agronómico realizado en el presente estudio, la zona actualmente en riego tiene una superficie de unas 30.126 ha, mientras que la superficie futura podría llegar 41.614 ha.



3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

Sector	Canal	Acciones Permanentes
1	Longaví Alto; Remulcao Sur; San Marcos; San Nicolás	7 060
2	Copihue; El Carmen; Maitenes-Cuñao-Lucero; Nogales Molinos; Retiro; Robles Nuevos; Robles Viejos; San Ignacio	7 581
3	La Sexta; La Tercera; Quinta Abajo; Quinta Alto A; Quinta Alto B; San José	3 200
4	Las Mercedes; Primera Abajo; Primera Arriba; Rosas Piedad	3 079
	TOTAL	**20 920**

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

La JVRL está compuesta actualmente por un total de 38 organizaciones de usuarios de aguas (39 considerando Santa Marta), algunas de ellas constituidas legalmente y otras varias actúan como comunidades de hecho.

De las 39 organizaciones de usuarios, actualmente:

- 21 tienen registros en la DGA (70% derechos)
- 14 tienen registros en el CBR (58% derechos)

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

Villa Rosa	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Urrutiano - Cardos	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Porvenir	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Municipal - Población	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Lomas Compuerta Uno	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Lomas Compuerta Dos	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Lomas Compuerta Tres	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Longaví Alto	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Quinta Alto A	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
San José	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Quinta Alto B	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
San Marcos	Sur	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
San Nicolás	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Derivado El Carmen	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Matriz La Sexta	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Derivado Maitenes	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Derivado El Encanto	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
Matriz La Tercera	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Derivado Lomas de la Tercera	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Matriz Quinta Abajo	Norte	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

Matriz Robles Nuevos	Sur	Org. usuarios hecho				No	No
Derivado Santa Delfina	Sur	Org. usuarios hecho	Proc. Legalz	S/I	Si	En Proceso	En Proceso
Derivado Santa Cecilia	Sur	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Derivado Cardos Santa Cecilia	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	No	No
Matriz Robles Viejos	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Matriz Nogales	Sur	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
Derivado Membrillo	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	No	No
Derivado Molino	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
San Ignacio	Sur	Comunidad Aguas	Proc. Modif	Proc. Modif	Si	Proc. Modif	Si
Copihue	Sur	Propietario particular	Legal	Si	Si	Si	Si
Retiro	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Las Mercedes	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Rosas - La Piedad	Norte	Org. usuarios hecho	No legalizado	No	Si	No	No
Primera Arriba	Norte	Org. usuarios hecho	Proc. Legalz	S/I	Si	En Proceso	En Proceso
El Carmen	Sur	Org. usuarios hecho	Proc. Legalz	S/I	Si	En Proceso	En Proceso
Derivado El Lucero	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	No	No
Matriz Maitenes	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Derivado Cuñao - Rosas	Sur	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Primera Abajo	Norte	Comunidad Aguas	Legal	Si	Si	Si	Si
Santa Marta	Sur	Propietario particular	Legal	Si	Si	Si	Si

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

	Sur	Norte
Comunidad de Aguas	13	8
Organización de Usuarios de Hecho	11	6
Propietario Particular	2	0
Legal	12	4
No legalizado	8	5
Proceso Modificación	5	5
Si	9	4
No	12	5
Proceso Modificación	5	5
Si	12	8
No	12	5
Proceso Modificación	2	1

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

Además de los derechos de riego constituidos indicados anteriormente, en la zona de estudio se localizan una serie de derechos, consuntivos y no consuntivos, eventuales y permanentes, para otros usos que no forman parte del proyecto, pero que deben considerarse.

- Los derechos consuntivos permanentes de otros no beneficiados por el embalse, suman un caudal anual promedio de 309,9 l/s
- Los derechos consuntivos eventuales de otros usuarios suman 41.016 l/s promedio anual.
- Los principales derechos consuntivos eventuales son para el Embalse Digua (25.000 l/s) y la Dirección de Riego (15.833 l/s).

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

INVERSIONES Y SERVICIOS SENECA LIMITADA	Consuntivo	Permanente y Continuo	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	57,48	l/s	J.de L. Parral
REGINA ELENA C. ZUÑIGA SAN MARTIN	Consuntivo	Permanente y Continuo	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	37,66	Acc	J.de L. Parral
DIRECCION DE RIEGO - VII REGION	Consuntivo	Eventual y Continuo	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	l/s	Dirección General de Aguas
JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Consuntivo	Permanente y Continuo	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	l/s	C.B.R. Parral
JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Consuntivo	Permanente y Continuo	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	34,98	l/s	C.B.R. Parral
JORGE FERNANDO URRUTIA DEL RIO	Consuntivo	Permanente y Continuo	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	14,40	l/s	C.B.R. Parral
IRIS HAMAR GALLEGOS OSSES Y OTROS	Consuntivo	Permanente y Continuo	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	l/s	J.de L. Parral
FISCO, DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	Consuntivo	Eventual y Discontinuo	0,00	0,00	0,00	0,00	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	10.000	0,00	l/s	Dirección General de Aguas
BENJAMIN ALBERTO VILLELA BENAVENTE Y OTROS	Consuntivo	Permanente y Continuo	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	l/s	C.B.R. Parral
BENJAMIN ALBERTO VILLELA BENAVENTE Y OTROS	Consuntivo	Eventual y Continuo	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	183,61	l/s	C.B.R. Parral

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

Es necesario comparar los derechos de aprovechamiento de aguas de los regantes beneficiados, con las demandas agronómicas futuras de la máxima superficie de riego, que serán reguladas por el embalse proyectado.

Si se considera que la JVRL posee una cantidad de 20.920 acciones de carácter consuntivo, permanente y continuo, con una equivalencia máxima de 1,5 l/s por acción, el caudal máximo por derecho a utilizar sería de 31.380 l/s.

La demanda agronómica máxima puede llegar a 36.671 l/s en Enero.

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
12.003	0	0	0	0	1	4.469	10.679	14.219	13.453	11.524	6.679	1.881
10.002	0	0	0	0	0	3.672	9.392	13.223	13.072	11.280	6.233	1.603
3.953	0	0	0	0	0	1.182	3.240	4.702	4.849	4.300	2.327	494
4.169	0	0	0	0	2	994	2.888	4.527	4.769	4.261	1.957	460
30.126	0	0	0	0	3	10.316	26.199	36.671	36.143	31.365	17.195	4.439

3. SITUACIÓN OUAs de la JVRL

- Los regantes que forman parte de las comunidades de la JVRL suman una cantidad de 4.497 usuarios, 3.340 usuarios en la ribera sur (70% de las acciones) y 1.157 usuarios en la ribera norte (30% de las acciones).

- Prácticamente el 100% de los títulos de los derechos de aprovechamiento están expresados en "acciones".

- Se ha hecho un muestreo aleatorio en los CBR de los títulos de derechos de aguas asociados a usuarios, en diferentes comunidades de usurarios de aguas de la JVRL, y más del 90% de estas muestras han sido encontrados en los registros.

- Se debe presumir que los regantes a los cuales las organizaciones de usuarios de aguas les distribuyen y entregan aguas, tienen títulos válidos de derechos de aprovechamiento, puesto que el Código de Aguas dispone que son las Juntas de Vigilancia las responsables de distribuir las aguas en las fuentes naturales, de acuerdo con los títulos de los derechos de aprovechamiento.

4. ASPECTOS LEGALES

4.1 DEFINICIONES

4.2 POSIBLES SITUACIONES LEGALES DE DAA

4.3 IMPLICANCIAS DE ACUERDO A LA SITUACIÓN LEGAL DE LOS DAA

4.4 COMO PROCEDER PARA LOGRAR DAA FORMALIZADO Y AJUSTADO A DERECHO

4.1 DEFINICIONES

¿QUÉ ES UN DERECHO DE AGUA? Estado permite a los particulares el uso exclusivo y excluyente de las aguas mediante el otorgamiento de un permiso especial denominado "derecho de aprovechamiento de aguas".

DERECHOS DE AGUA Y SU FORMALIZACIÓN

- Derechos Formalizados: Constan en un documento escrito, tal como un decreto, una resolución, una sentencia judicial, una escritura pública etc.,

- Derechos Consuetudinarios o no Formalizados: Se ejercen sin que exista un acto de autoridad o un instrumento público

4.2 POSIBLES SITUACIONES LEGALES DE DAA

Sit.1. Derecho Formalizado, ajustado a derecho.
Inscrito en el RPA del CBR competente y además contiene todas las características esenciales que establece el artículo 45 del Reglamento del CPA, y registrado en el CPA.

Sit.2. Derecho Formalizado, incompleto o imperfecto.
Derecho registrado en el CBR, se califica como incompleto o imperfecto si se omite alguna característica esencial que exige la ley (artículo 45 del Reglamento del CPA). Por ejemplo, si el caudal no aparece expresado en volumen por unidad de tiempo, razón que impide registrarse en el CPA.

Sit.3. Derecho Formalizado, documentado pero sin inscripción en el CBR.
Derecho indicado en algún documento escrito (tal como un decreto, una escritura pública etc.) pero que carece de inscripción registral en el CBR.

Sit.4. Derecho no Formalizado.
Derecho que carece de título o instrumento legal en que consten.

4.3 IMPLICANCIAS DE ACUERDO A LA SITUACIÓN LEGAL DE LOS DAA

Sit.1. Derecho Formalizado, ajustado a derecho.
Situación ideal.

Sit.2. Derecho Formalizado, incompleto o imperfecto.
El derecho puede presentar limitaciones si el propietario desea, por ejemplo, cambiar su punto de captación.

Sit.3. Derecho Formalizado, documentado pero sin inscripción en el CBR.
El derecho difícilmente podrá ser arrendado o vendido.

Sit.4. Derecho no Formalizado.
El derecho no podrá ser arrendado o vendido.

4.4 COMO PROCEDER PARA LOGRAR DAA FORMALIZADO Y AJUSTADO A DERECHO

Sit.2. Derecho Formalizado, incompleto o imperfecto.
Se requiere perfeccionar judicialmente dicho derecho de aguas, con el objeto que un juez en su sentencia complete las características esenciales que le faltan.

Donde se realiza: Juzgados.

4.4 COMO PROCEDER PARA LOGRAR DAA FORMALIZADO Y AJUSTADO A DERECHO

Sit.3. Derecho Formalizado, documentado pero sin inscripción en el CBR.
Existen dos vías:

1. Regularizar su inscripción a nombre de quien hace uso efectivo de las aguas, mediante el procedimiento establecido en el artículo 2° transitorio del Código de Aguas;
2. Regularizar su inscripción a nombre de quien hace uso efectivo de las aguas, mediante el procedimiento establecido en el artículo 5° Transitorio del Código de Aguas, si se trata de derechos que provengan de predios expropiados total o parcialmente o adquiridos a cualquier título por aplicación de las Leyes N° 15.020 y 16.640, de reforma agraria.

Donde se realiza: por artículo 2° transitorio, en la DGA.
por artículo 3° transitorio, en el SAG.

4.4 COMO PROCEDER PARA LOGRAR DAA FORMALIZADO Y AJUSTADO A DERECHO

Sit.4. Derecho no Formalizado.
Regularizar su inscripción a nombre de quien hace uso efectivo de las aguas, mediante el procedimiento establecido en el artículo 2° transitorio del Código de Aguas;

Regularización mediante la inscripción de los títulos correspondientes desde su actual propietario hasta llegar a la inscripción de la cual preceden. Este trámite se conoce como regularización conforme al artículo 1º transitorio del Código de Aguas, y se realiza en el Conservador de Bienes Raíces

.

Donde se realiza: por artículo 2° transitorio, en la DGA.
por artículo 3° transitorio, en el SAG.

Gracias por su atención

Ing. César Navarrete

cesar.navarrete@cnr.gob.cl

Ing. José Antonio Olmedo

jaolmedo@typsa.es

¿QUÉ ES UN DERECHO DE AGUAS?

En nuestro ordenamiento jurídico, las aguas son bienes nacionales de uso público; o sea, su dominio es de la nación toda y su uso corresponde a todos los habitantes del país. Sin embargo, el Estado permite a los particulares el uso y goce exclusivo y excluyente de las aguas mediante el otorgamiento de un permiso especial denominado "derecho de aprovechamiento de aguas".

DERECHOS DE AGUA Y SU FORMALIZACIÓN

Entre los derechos que ejercen los usuarios, existen los que constan en un documento escrito, tal como un decreto, una resolución, una sentencia judicial, una escritura pública, etc., y otros que simplemente se ejercen sin que exista un acto de autoridad o un instrumento público. Los primeros se denominan derechos formalizados, y los segundos son derechos consuetudinarios o derechos no formalizados.

¿CUÁL ES LA SITUACIÓN LEGAL DE SUS DERECHOS DE AGUAS?

Un usuario de aguas, puede encontrarse en una de las siguientes situaciones:

Sit.1. Derecho Formalizado, y perfecto.

Inscrito en el Registro del CBR competente y además contiene todas las características esenciales que establece el artículo 45 del Reglamento del Código de Aguas, y registrado en el CPA.

Sit.2. Derecho Formalizado, pero incompleto o imperfecto.

Derecho registrado en el CBR, pero faltando alguna característica esencial que exige la ley (artículo 45 del Reglamento del Código de aguas). Por ejemplo, si el caudal no aparece expresado en volumen por unidad de tiempo, razón que impide registrarse en el CPA.

Sit.3. Derecho documentado pero sin inscripción en el CBR.

Derecho formalizado en algún documento escrito (tal como un decreto, una escritura pública, etc.) pero que no está registrado en el CBR.

Sit.4. Derecho no Formalizado.

Derecho que carece de título o instrumento legal en que conste.

¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS DE LA SITUACIÓN LEGAL DE SUS DERECHOS DE AGUAS?

Sit.1. Derecho Formalizado, y perfecto.

Situación ideal.

Sit.2. Derecho Formalizado, pero incompleto o imperfecto.

El derecho puede presentar limitaciones, pues permite hacer uso del agua otorgada, pero no puede hacer algunas cosas, como por ejemplo solicitar el cambio del punto de captación.

Sit.3. Derecho documentado pero no inscrito en el CBR.

El derecho difícilmente podrá ser arrendado o vendido.

Sit.4. Derecho no Formalizado.

El derecho no podrá ser arrendado o vendido.

¿CÓMO DEBE PROCEDER PARA LOGRAR UN DERECHO FORMALIZADO Y PERFECTO? (Sit.1)

Sit.2. Derecho Formalizado, incompleto o imperfecto.

Se requiere **perfeccionar** judicialmente su derecho de aguas, con el objeto de que un juez en su sentencia complete las características esenciales que le faltan.

Sit.3. Derecho Formalizado, pero sin inscripción en el CBR.

Existen tres vías para Regularizar su inscripción en el CBR, registrando el derecho a nombre de quien hace uso efectivo de las aguas:

1. Si su derecho procede de una transferencia o transmisión (herencia, compra, etc.) y estuvo antes inscrito en el CBR a nombre de otra persona, debe seguir el procedimiento establecido en el artículo 1º transitorio del Código de Aguas.
2. Si se trata de derechos que provienen de predios expropiados o adquiridos a cualquier título por alguna ley de reforma agraria, debe regularizar su inscripción en el CBR siguiendo el procedimiento establecido en el **artículo 5° Transitorio del Código de Aguas,**
3. En los restantes casos para Regularizar su inscripción a nombre de quien hace uso efectivo de las aguas, se debe seguir el procedimiento establecido en el **artículo 2° transitorio del Código de Aguas**;

Sit.4. Derecho no Formalizado.

Regularizar su inscripción a nombre de quien hace uso efectivo de las aguas, mediante el procedimiento establecido en el **artículo 2° transitorio del Código de Aguas**;

REGULARIZACIÓN DE DERECHOS

No es un procedimiento sencillo, se recomienda asesoría legal para realizarlo.

PERFECCIONAMIENTO DE DERECHOS

Dónde se realiza: Juzgado.

Tipo de Derechos: Aquellos en Sit.2.

Observación: Es dotar de las características esenciales que faltan a un título de derecho de aprovechamiento de aguas.

ABREVIATURAS

DGA - Dirección General de Aguas, organismo dependiente del MOP.

MOP - Ministerio de Obras Públicas.

CPA - Catastro Público de Aguas, a cargo de la DGA. Catastro público de la totalidad de los derechos de aprovechamiento y usos de aguas constituidos y reconocidos sobre las aguas nacionales.

RPA - Registro de propiedad de agua.

DS - Decreto Supremo.

SAG - Servicio Agrícola y Ganadero.

CBR - Conservador de Bienes Raíces.

CBR Parral: Calle Aníbal Pinto 575, piso 2, Parral.
Tel +56 73 2462101

CBR Linares Manuel Rodríguez 784, Linares.
Tel. +56 73 2210181

Junta de Vigilancia Río Longaví y sus Afluentes
Dirección: Dieciocho 580, Parral
Casilla 53 Parral
VII Región - Chile
Tel. Fax +56 73 246 2676
Tel. +56 73 241 1331
secretaria@juntariolongavi.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO EMBALSE LONGAVÍ, REGIÓN DEL MAULE"

INSTRUCTIVO

REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA

Mayo 2014

CNR - COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Técnica y Proyectos S.A. Agencia en Chile
Dirección: Av. Santa María 2670, Of. 506
Providencia, Santiago
Región Metropolitana – Chile
Tel. +56 2 2335228